

0.17

#1
Nov. 1960

LIBRARY

OCT 5 1961

BULLETIN

OF

TOHOKU REGIONAL

FISHERIES RESEARCH LABORATORY

JB

東北海区水産研究所 研究報告

第17号

水 産 庁

東北海区水産研究所

宮城県塩釜市

昭和35年11月

TOHOKU REGIONAL FISHERIES RESEARCH LABORATORY

SHIOGAMA, MIYAGI PREF., JAPAN



Digitized by the Internet Archive
in 2026

東北海区水産研究所 研究報告 第17号

目 次

Embryonic Development of the Saury <i>Cololabis saira</i> (BREVOORT) ..	Tatsuo Yusa ..	1
Eggs and Larvae of Flatfishes in the Coastal Waters of Hokkaido. IV.		
Embryonic Development of Mub Dab <i>Limanda yokohamae</i> GÜNTHER		
.....	Tatsuo Yusa ..	15
カツオの餌付に関する研究 (第2報)		
群の社会的構造による餌付の促進抑制	堀 田 秀 之 ..	31
ノリ糸状体の色素並びに酸素放出について	佐 野 孝 ..	38
アマノリ類の糸状体の栄養繁殖とその増殖	秋 山 和 夫 ..	45
塩釜湾の全窒素及び尿素態窒素の周年変化に就いて	川 崎 典 子 ..	50
チリー地震津波による塩釜港内の水質変化について	{ 谷 田 専 治 佐 野 孝 孝 菅 野 尚 子 川 崎 典 子	59
魚卵中のビタミンAの研究 1. ビタミンAアルデヒド及びビタミンA		
エステル型アルコール型の分離	武 藤 清一郎 ..	73
寒天のコロイド滴定について	谷 井 潔 ..	80

EMBRYONIC DEVELOPMENT OF THE SAURY

COLOLABIS SAIRA (BREVOORT)*

By

Tatsuo YUSA

Introduction

Studies on the ovarian unmaturing eggs of *Cololabis saira* (BREVOORT) have been reported by Kitahara¹⁾. Kurakami²⁾ described the normal course in the post-embryonic development of this species from the morula stage to the larval stage, and Nakamura³⁾ published on the post-embryonic development of larvae. The samples used in their observations were obtained from the open sea. The experiment on the artificial fertilization has been carried out by Miyauchi⁴⁾ with the material collected at the offshore of Minato, Ibaragi Prefecture, but his experiment was unsuccessful.

The embryological differences between the saury and *Hyporhamphus sajori* (T. & S.) have been reported by Inaba⁴⁾ and the writer⁵⁾.

The normal course in the embryonic development of this species by artificial fertilization has not hitherto been published, and in the present paper, the study is undertaken using the saury, *Cololabis saira* (BREVOORT).

Here the writer thanks Prof. Dr. Isao Motomura of the Biological Institute of the Tohoku University for reading the manuscript and for his kind suggestions.

Methods of procedure

The spawning season of this species in the western coastal waters of Hokkaido, Japan sea, is during the warming time of the year, from June to August. At the spawning time, the temperature of the surface sea water is from 14.0° to 21.0°C, according to the writer's observations.

The material for study was artificially fertilized by means of the ordinary dry method, from June to August, during the years 1952-1954. But, the artificial fertilization was unsuccessful. On the other hand, the natural fertilized eggs collected in Ishikari Bay, Hokkaido, could be artificially incubated and hatched normally.

In 1958, the writer succeeded in this observations on the normal course of development in artificial fertilized eggs. The animals, from which either eggs or milts were obtained, were caught by primitive grasp fishing in Kikonai Bay facing Tsugaru Strait, southern Hokkaido, on June 14th, 1958. The standard body length of the female was 32.4 cm and that of the male 30.2 cm, in the materials used in the present study.

* Contribution from the Tohoku Regional Fisheries Research Laboratory. No. 154.

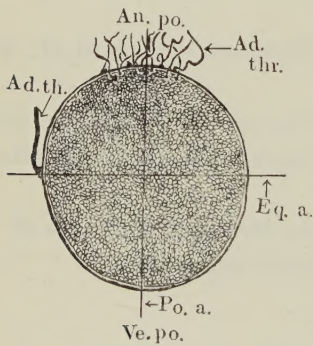
Artificial fertilization was successful for the saury by the ordinary dry method. The fertilized eggs were transferred into fresh sea water of the density of 1.0252 (15°C). During the development the sea water was changed frequently to keep eggs from contamination. The glass vessels containing the eggs were provided with running tap water of from 13.5° to 15.7°C.

The microscopic observation was made at frequent intervals to check the time and the stage of development, and on the living material, or with Tricaine methanesulfonate anesthetized to observe the larvae in detail. One part of the anesthetic was diluted with about 2,000 parts of sea water.

Eggs

The mature unfertilized eggs are transparent and ellipsoidal in form, with about 20 filaments at the chorion of one side of the major axis; moreover, a filament is observable at the equatorial plane as shown in Text-fig. 1; the former adhesive filaments are about 9.7 μ in thickness, and the latter from 19.4 to 22.6 μ in thickness.

The protoplasm is not found in the unfertilized mature eggs, but it is observed in the fertilized ones, and in activated eggs (by the sea water). As far as the writer's observation



Text-fig. 1.

Mature unfertilized egg of *C. saira* (B.)

An. po. — Animal pole.

Ve. po. — Vegetal pole.

Ad. th. — Adhesive thread.

Po. a. — Pole axis.

Eq. a. — Equatorial axis.

is concerned the blastodisc is formed at the clumpy part of the about 20 adhesive filaments. Accordingly, the animal pole may be placed at the clumpy part of the filaments (Text-fig. 1), but the writer could not observe the micropyle of the egg.

The chorion is horny, about 15 μ in thickness, and has no marking.

A large number of small oil globules, which are not the cortical alveoli, distribute over the surface of the cortex.

The specific gravity of the mature unfertilized eggs is clearly greater than that of the sea water.

Development

According to Kurakami²⁾ the eggs are spherical with an extent diameter from 2.0 to 2.13 mm. Nakamura³⁾ reported that the eggs are spherical or ellipsoidal in form, having a major axis of 1.58 to 1.89 mm and a minor axis of 1.53 to 1.76 mm. The form of the

egg is the same as described by Nakamura³⁾, but it is ellipsoidal or spherical changing according to developmental stage, measuring 2.08 to 1.32 mm in pole axis and 2.00 to 1.48 mm in equatorial axis (Text-fig. 1).

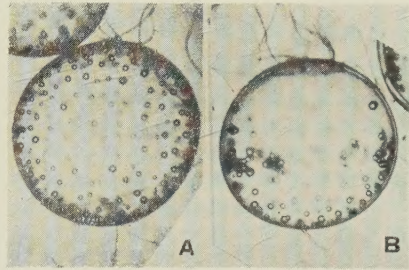
The specific gravity of the eggs is large in comparison with sea water (1.025 15°C) measuring 1.0540 to 1.0627. Therefore, the eggs do not drift at the surface of the open sea, but tangle with about 20 filaments at the pole and a filament at the equator to the floating algae, chip of wood, straw, feathers, fishing-net and other foreign materials.

Early development;

A small perivitelline space appears between the chorion and delicate cortex, within a few minutes after coming into contact with the sea water. At about thirty minutes

Text-fig. 2.

The eggs of *Hyporhamphus sajori* :
A — Fertilized egg.
B — Two hours after fertilization.



after fertilization, the protoplasm becomes clearly observable at the part of the bundle of about 20 adhesive filaments. This shows that the animal pole is at the side of the clumpy filaments (Pl. I, Fig. 1). In the fertilized eggs of the half-beak, *Hyporhamphus sajori* (T. & S.) the protoplasm is observed at the side of the clumpy filaments (YUSA 1958) (Text-fig. 2). According to Kuntz and Radcliffe⁷⁾ the animal pole is not at the side of the clumpy filaments in the silverside, *Menidia menidia notata*.

At about two hours and forty minutes after fertilization, the blastodisc reaches its full development and appears as a rounded cap, thick at the center and gradually fading into the extremely thin layer of protoplasm investing the rest of the yolk. The surface overlying the yolk is flat, while the opposite surface, pressing against the chorion, is convex.

At about three hours after fertilization, the protuberance of the yolk as a transverse furrow flowing into the protoplasm is observable (Pl. I, Fig. 2). The phenomenon of the cleavage of this species is the same as for other teleost fishes.

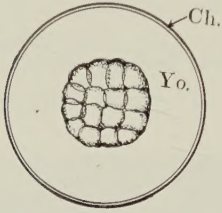
The 2-cell stage is completed by the first division into two about equal blastomeres at about three and a half hours after fertilization (Pl. I, Fig. 3). Segmentation of this species takes the form of the typical meroblastic cleavage as in the other teleost fishes.

After the completion of the first cleavage, there is a resting period of about one hour and ten minutes. The second cleavage plane is also meridional and at right angles to the first; it occurs in the same manner as described in the starry flounder, *Platichthys stellatus*⁸⁾. The second cleavage plane is completed at about four hours and fifty minutes after fertilization, and the four blastomeres are nearly equal in size (Pl. I, Figs. 4, 5).

The third cleavage is completed about five hours and forty minutes after fertilization.

It is accomplished by two furrows appearing simultaneously on both sides of and parallel to the first plane of cleavage. The eight blastomeres are nearly equal in size and these cells are arranged in two parallel lines of four cells each (Pl. I, Fig. 7).

The fourth cleavage is completed about seven hours after fertilization (Pl. I, Fig. 8). At this time two simultaneous furrows appear on either side of and parallel to the second plane of cleavage. As the result of the fourth cleavage, 16-cell blastoderm always forms



Text-fig. 3.

16-cell stage, animal pole side view, *C. saira* (B.)

Ch. — Chorion.

Yo. — Yolk.

a unicellular layer. The blastoderm of this time is smaller than one half of the egg's diameter, when viewed from the animal pole (Text-fig. 3).

All the eggs do not divide at the same rate, the period of time between the cleavages is fifty minutes or one hour.

The fifth cleavage and further cleavages become more and more difficult to follow in the living material. If the fifth cleavage takes place at about eight hours after fertilization, it will be as shown in Pl. I, Fig. 9. As the result of the proceeding cleavage, a large number of blastomeres form three or four layers at the central portion of the blastoderm on the side view, at about fourteen hours after fertilization. At this stage it can be called the morula stage (Pl. I, Figs. 10, 11).

The early blastula is reached at about twenty-three hours after fertilization (Pl. I, Figs. 12, 13). As the segmentation advances, the blastoderm becomes distinctly dome-shaped and the segmentation cavity becomes apparent beneath its central area. The periblast is observed at the periphery of the blastoderms to form a somewhat flattened ridge. The formation of the periblast had been reported by Agassiz and Whitman⁸⁾, and Kuntz⁹⁾.

Post-embryonic development;

The germinal ring can be clearly discerned as a thickened peripheral zone of the blastoderm at about thirty-nine hours after fertilization (Pl. I, Fig. 14). At this stage, the embryonic shield is visible as a small tongue of cells protruding from the germinal ring into the segmentation cavity.

At about sixty-two hours after fertilization the germinal ring is almost equatorial in position; the embryonic area now presents more or less regular embryo form, and the head of the embryo is well formed, and the optic vesicles make their appearance at the two sides of the head but are without pupils. The optic vesicles measure about 184μ in horizontal diameter. The notochord can be discerned, and the embryo has five to seven pairs of mesodermal somites in the central region of the embryo. The Kupffer's vesicle is observable, as a slight bulge of the ovalness into the yolk, when viewed from the ventral side, which is about 50μ along the longest axis at the ventral side of the nearly

posterior end of the embryo.

At about sixty-six hours after fertilization, the germinal ring has reached more than the equatorial plane. Kupffer's vesicle appeared, embedded in the yolk near the posterior end of the embryo (Pl. I, Fig. 15). The constriction of the yolk by the germinal ring causing the uncovered portion of the yolk to bulge outward was observed in this species, but the excessive constriction of the germinal ring could not be observed as *Pleurogrammus azonus*, due to the small volume of the protoplasm in contrast with the yolk (Pl. I, Figs. 1, 2, 15, 16).

The germinal ring passes the equatorial plane; it draws away from the anterior end of the embryo, and by seventy-two hours, it is about four-fifths of the yolk sphere in diameter (Pl. I, Fig. 17). At this stage, the germinal ring has reached more than the equatorial plane, the embryo area can be distinguished, and the optic vesicles have the first appearance of the lense of each eye. The embryo has approximatively 15 pairs of mesodermal somites in the central region. The Kupffer's vesicle has reached about 110μ at the longest axis, when viewed from the ventral side of the embryo.

The blastopore is at the stage of before closure at about eighty-seven hours after fertilization (Pl. I, Fig. 18). At this time the length of the embryo extends more than halfway around the circumference of the yolk's sphere. The embryo is relatively more slender than the embryo of the other demersal and adherent eggs. The eyes are about 306μ in horizontal diameter, 173μ in width, and the olfactory capsules make their appearance immediately anterior to the eyes, and the auditory vesicles can be observed posteriorly to the eyes.

The heart is making its first appearance into the yolk sac just below the nape, and the embryo has about 20–22 pairs of mesodermal somites in the center, and the Kupffer's vesicle (about 100μ) is decreasing in size at this stage.

At about ninety-six hours after fertilization, the blastopore remains as a trace at the posterior end of the embryo. The lense of each eye is about 70μ in diameter. The intestine appears as a long tubule at the ventral side of the embryo. The Kupffer's vesicle is decreasing in size.

At about one hundred and twenty hours after fertilization, the embryo extends approximately three-fourths around the circumference of the yolk's sphere, and it has about 40 pairs of mesodermal somites (Pl. I, Fig. 19). The blastopore is closed completely. The delicate pectoral fin porch is observed posteriorly to the auditory vesicles, which have no otoliths. The heart of the embryo was observed best and minute corpuscles which appear to be colorless are moved about in the chamber during each beat.

At about one hundred and thirty-four hours after fertilization, the tail of the embryo has started to grow free from the yolk sac and the spasmodic movements of the embryo are observable. The pigment appears as a few scattered minute black specks on the surface of the body, except on the surface of the yolk sac.

At about one hundred and fifty-eight hours after fertilization, the embryo extends approximately four-fifths around the circumference of the yolk's sphere, as a result of the growth of the tail (Pl. I, Fig. 20). At this stage the blood vessels can be observed over the yolk sac and minute black specks of chromatophores are observed on the surface of the

yolk sac. On the other hand, the chromatophores of the embryo become black stellate chromatophore. When viewed from the dorsal side the three divisions of the brain can be clearly distinguished in the head of the embryo; the delicate fin fold can be seen at the tip of the tail when viewed from the side of it (Pl. II, Fig. 21).

After circulation becomes well established, the majority of the chromatophores in the extra-embryonic yolk sac become aggregated along the larger blood vessels (Pl. II, Figs. 22, 23). The distribution of chromatophores can be observed along the blood vessels after fertilization. Moreover, the distribution of the chromatophores of the yolk sac could be observed in *Hyporhamphus sajori*, at about one hundred and sixty-eight hours after fertilization (15.4–16.5°C). Spasmodic movements of the embryo are observable at this stage.

At about two hundred and seven hours after fertilization, the embryo surrounds the yolk as a result of the growth of the tail. It becomes active and often turns completely in the chorion. The auditory capsules now contain two black dots. The yolk is absorbed, and the yolk sac is smaller than in the preceding stage (Pl. II, Fig. 24).

At about two hundred and thirty-two hours after fertilization, the tip of the tail extends to the head region. The iris and pupils of the eyes have darkened slightly. The heart has been functioning for several days and the blood can be seen clearly passing through the vessels spread over the yolk sac and through the larger vessel of the body. The embryo twitches its tail spasmodically from side to side (Pl. II, Figs. 25, 26).

At about two hundred and fifty-three hours after fertilization, the tip of the tail reached the occipital region. The pectoral fin has become very large, and often the embryo can be observed twitching the pectoral fin (Pl. II, Fig. 27).

At about two hundred and seventy-four hours after fertilization, the pectoral fin had constantly rhythmic movements (Pl. II, Fig. 28).

At about three hundred and twelve hours after fertilization, the embryo turns over $1\frac{1}{2}$ in its chorion (Pl. II, Fig. 29). The pigmentation becomes heavier than the preceding stage, and large black dendritic chromatophores are clearly observed on the head part, and the pigmentation of the yolk sac becomes slightly heavier by black small stellate chromatophores. The median larval fin fold is clearly observed beginning a little anteriorly of the dorsal part of the vent, continuing till about the posterior end of the trunk; one more ventral fin extends before the vent. From this stage to hatching, for about four days, a few changes occur. The yolk is absorbed, the yolk sac is shrunken, the pigmentation becomes heavier and the movements become more vigorous.

At about four hundred and eight hours (17 days)* after fertilization, the embryo turns $1\frac{1}{2}$ in its chorion (Pl. II, Figs. 30, 31). The yolk sac is small, the eyes are jet black and

* In the experiments which performed by the present author, during 1952–1954, it showed that the duration for hatching of this species was about 11 or 16 days at the temperature ranging between 15° and 19°C, instead of 17 days in the present experiment. [Report of the survey of fisheries resources from the Hokkaido Reg. Fish. Res. Lab. (Hokkaidoku Shigench'sa Yôhō) (8) 1954. in Japanese] Unfortunately, the previous observation did not succeed until hatching in all artificial fertilized eggs, but the natural fertilized eggs collected in Ishikari Bay, Hokkaido, could be artificially incubated and normally. Accordingly, the writer reported with these all previous experiments.

silvery. At this stage, the dorsal side of the embryo is indigo-greenish, and the ventral side is white-greenish or silvery. The larvae hatched out through the rupture of the chorion (Pl. II, Fig. 32), but it could not be observed whether the head or the tail came out first. The hatching of this species is much more quicker than other pelagic eggs.

Larval development

The newly hatched larvae of this species have been described by Kurakami²⁾ and Nakamura³⁾, but their samples were not obtained by artificial fertilized eggs. The newly hatched larva of this species closely resembles that of *Hyporhamphus sajori*. The former can be distinguished from the latter in the pattern of distribution of the chromatophores⁶⁾. The larval form of this species agrees with Nakamura's description.

The well-developed larvae swim actively immediately after hatching. Their movements are perfectly directed and they show no difficulty in maintaining an upright position experienced by the early larvae from pelagic eggs.

Figure 33 is a lateral view of the newly hatched larvae. They are stable and non-transparent, consequently the mesodermal somites could not be counted in the living materials. Moreover, the surviving yolk could not be observed from outward aspect, but needless to say it could be ascertained by the section method as Text-fig. 4.

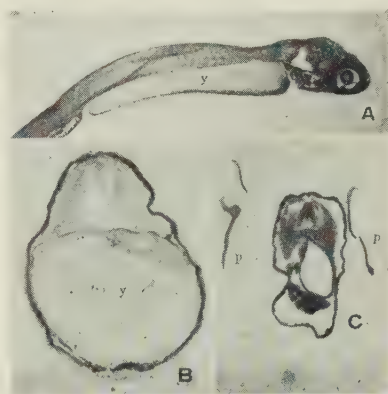
The dorsal fin fold has its origin as far posteriorly as the value of the ratio with the dis-

Text-fig. 4.

The section of the larvae of *C. saira* (B.)

- A. — The newly hatched larva, vertical section.
- B. — The same as A, cross section.
- C. — The five days old larva, cross section.

Y., Yolk : P., Pectoral fin.



Text-fig. 5.

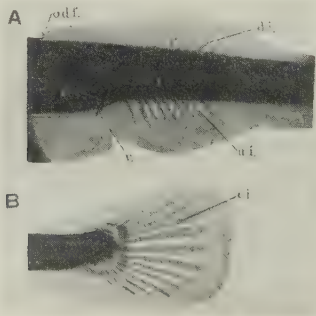
The newly hatched larva of *C. saira* (B.)

- A — Total body length.
- B — From tip of the head to origin of the dorsal fin fold.
- C — From tip of the head to posterior margin of the vent.

tance from the tip of the head to the origin of the dorsal fin fold for the total body length is 0.5438 as shown in Text-fig. 5, and the value of the ratio with the distance of anterior part of the vent for the total body length is 0.6328 as shown in Text-fig. 5. Both these value of ratio are not changed from newly hatched larvae stage to ten days old larvae stage (Post-larval stage). Accordingly, the origin of the dorsal fin fold is located at the anterior part of the dorsal side of the vent. The larval fin fold continues to about the posterior end of the trunk; it extends anteriorly to the vent as a ventral fin fold. Moreover, the ventral larval fin fold extends anteriorly beyond the vent and reaches the yolk sac.

The newly hatched larvae are from 6.81 to 7.60 mm in total body length, or with an average total body length of 7.19 mm (Text-fig. 5). The eyes are relatively large measuring about 400μ in horizontal diameter, and its lens are about 140μ in diameter. The head extends beyond to the yolk sac, which is not deflected as derived from pelagic egg or the flatfishes, *Platichthys stellatus*¹⁰⁾, *Limanda angustirostris*¹¹⁾, *Hippoglossoides dibiis*¹¹⁾, and *Eopsetta grigorjewi*¹²⁾. But the head of the larvae derived from the adhesive demersal eggs of *Lepidopsetta mochigarei*¹³⁾, *Limanda yokohamae*¹¹⁾ and *L. schrenki*¹⁴⁾ of flatfish extends beyond the yolk sac as in this species.

The newly hatched larvae of this species at this stage is already well organised: the mouth is well-developed, and definite movements of the jaw are observed in the living specimen; moreover, the lower jaw is slightly more portuberated than the upper jaw; the vent is probably completely opened; the yolk is relatively small in quantity; the pectoral fins are well developed and exhibit movements in continuous swimming, the dorsal and anal finfolds are continuous with the caudal, which alone possesses incipient raval 10–11 rays (Text-fig. 6. Pl. II, Fig. 33).



Text-fig. 6.

The vent part and the caudal fin fold of the nine days old larva, *C. saira* (B.)

A — Vent part.

odf., Origin of the dorsal fin fold; v., Vent; di., Dorsal incipient raval ray; ai., Anal incipient raval ray.

B — Caudal fin.

ci., Caudal incipient raval ray.

Dodging ability is found in the newly hatched larvae. Such dodging ability is increased in accordance with size of the larvae.

Pigmentation — The larval finfolds are almost perfectly transparent and show no evidence of pigmentation. But the eyes are conspicuously black. The dorsal side of the embryo is indigo-greenish, and also the crown of the head of the larva is covered with indigo-greenish color, however it had been observed that the melanophores of the crown region which is entirely indigo-greenish, at times changed into a yellow-whitenish color, when the larvae were imbibed by a syringe or other times. These color change phenomena are observed in the larvae from artificial or unartificial incubated larvae. The

ventral side of the body is white-greenish or silvery.

Three or four days after the hatching, the larvae absorbed the yolk completely and they became the so-called postlarvae.

Five days after the hatching (Pl. II, Fig. 34) the larvae are from 7.15 to 7.90 mm in total body length (Text-fig. 5). The value of the ratio with the distance from the tip of the head to the origin of the dorsal fin fold for the total body length is 0.5401. The value of the ratio with the distance of anterior part of the vent for the total body length is 0.6243. The larvae are slender but with a somewhat big head as shown in Text-fig. 7. At this

Text-fig. 7.

The five days old larva of
C. saira (B.), dorsal side
view.



stage of the larvae, the incipient raval rays of the dorsal and anal finfolds make their appearance (Text-fig. 6). The dorsal finfold has 9–10 rays, the anal finfold has 10–12 rays, and the caudal finfold has 10–12 incipient raval rays.

The pattern of pigmentation is essentially the same as at the time of hatching. The ventral side of the body and the gill-cover become white-silvernish.

Nine days after hatching, the larvae are from 7.45 to 8.27 mm in total body length (Pl. II, Fig. 35). At this time the caudal fin of the larvae contains 12–15 incipient raval rays, the dorsal fin 10–12 rays, the anal fin 11–12 rays, as shown in Text-fig. 6.

The pattern of pigmentation and the manner of swimming are essentially the same as in the preceding stage.

It seems to be the "critical period"¹⁵⁾ for survival in the larvae of the eighth or ninth day after hatching, since a high mortality is shown under laboratory conditions. The larvae which were not able to find special food for this species will die because of starvation. The writer was not able to keep the larvae alive for more than twelve days after hatching. It is suggested that there is no "critical period" at the time of yolk absorption in this species.

Summary

In the present paper, the normal course of development in the saury, *Cololabis saira* (BREVOORT) was reported.

The animals, from which eggs or milts were obtained, were caught by *primeavally grasp fishing* in Kikonai Bay bordering the Tsugaru Strait, southern Hokkaido, on June 14th, 1958. The standard body length of the female was 32.4 cm and that of the male 30.2 cm, in the material used in the present study. Both ovaries and testes were treated for artificial fertilization by the ordinary dry method. The fertilized eggs were transferred into fresh sea water of the density of 1.0252 (15°C) and of temperature ranging from 13.5° to 15.7°C.

The results are as follows ;

1. The form of the eggs are spherical or ellipsoidal in form, and they are transparent.

The pole axis of the egg is 2.08 to 1.32 mm and the equatorial axis 2.00 to 1.48 mm.

2. The specific gravity of unfertilized mature eggs and fertilized eggs is from 1.0540 to 1.0627, viz, the specific gravity of the eggs is greater than that of the sea water.

3. The protoplasm is not found in unfertilized mature eggs, but in fertilized or in activated eggs (by the sea water) the blastodisc is formed at the clumpy part of the about 20 adhesive filaments.

4. The egg chorion is horny, about 15μ in thickness, and is destitute of any marking.

5. A large number of minute oil globules which are not identical with the cortical alveoli distribute over the surface of the cortex.

6. Artificially fertilized eggs undergo meroblastic cleavage, which is typical in the other teleost eggs.

7. All the eggs do not divide at the same rate; the period of time between the cleavages is 50–60 minutes.

8. The larvae hatched about four hundred and eight hours after fertilization when they were kept in sea water of 13.5° – 15.7° C during the period of incubation.

9. The newly hatched larva of this species closely resembles that of *Hyporhamphus sajori*. The former can be distinguished from the latter in the pattern of distribution of the chromatophores. The larval form of this species nearly agrees with Nakamura's³¹ description.

Bibliography

- 1) Kitahara, T. (1894). On the eggs of Scombresocidae. (Sanma-zoku no Tamago ni tsuite). *Zool. Mag. (Dobutsugaku Zasshi)*, **6**, (74), 435–437. (Japanese)
- 2) Kurakami, M. (1914). Notes on the eggs and larvae of *Cololabis saira* (BREVOORT). (Sanma no Tamago oyobi Kouo ni tsuite). *Jour. Fish. Exp. Sta. Hokkaido*, (3), 47–49. (Japanese)
- 3) Nakamura, S. (1937). The eggs and larvae of neighbourhood Kominato. VII–VIII. Life history of *Cololabis saira* (BREVOORT). *Jour. Imp. Fish. Inst.*, **32**, (1), 15–19. (Japanese)
- 4) Miyauchi, T. (1932). Ecological study of Saury, *Cololabis saira* (BREVOORT). The Eggs of Saury. *Rep. Fish. Exp. Sta. Ibaragi-Ken, 1932–1933*, 53–54. (Japanese)
- 5) Inaba, D. (1931). On Some Teleostean Eggs and Larvae Found in Mutsu Bay. *Rec. Ocean. Works. Japan, Tokyo*, **3**, (2), 53–62.
- 6) Yusa, T. (1958). On the embryological differences between *Cololabis saira* (BREVOORT) and *Hyporhamphus sajori* TEMMINCK & SCHLE EL. *Jour. Hokkaido Fish. Sci. Inst.*, **15**, (6), 9–16. (Japanese)
- 7) Kuntz, A. & Radcliffe, L. (1918). Notes on the embryology and larval development of twelve teleostean fishes. *U. S. Bur. Fish., Bull.*, **35**, 87–134.
- 8) Agassiz, A. & Whitman, C. O. (1885). On the development of some pelagic fish eggs. Preliminary notice. *Amer. Acad. Arts Sci.*, **20**, 23–75.
- 9) Kuntz, A. (1916). The embryology and larval development of *Bairdiella chrysura* and *Anchovia mitchilli*. *U.S. Bur. Fish.*, **33**, 1–19.
- 10) Yusa, T. (1957). Eggs and Larvae of Flatfishes in the Coastal Waters of Hokkaido. I. Embryonic Development of the Starry Flounder, *Platichthys stellatus* (PALLAS). *Bull. Hokkaido Reg. Fish. Res. Lab.*, (15), 1–14.
- 11) ———. (1953). Embryonic development of the *Limanda angustirostris* KITAHARA and *Hippoglossoides dibius* (SCHMIDT). *Report of the survey of fisheries resources from the Hokkaido Reg. Fish. Res. Lab.*, (6), 86–96. (Japanese)
- 12) ———. (1957). Embryonic development of the fish, *Eopsetta grigorjewi* (HERZENSTEIN). *Ibid.*, (14), 110–112. (Japanese)
- 13) ———. (1958). Eggs and Larvae of Flatfishes in the Coastal Waters of Hokkaido. III. Post-embryonic development and larvae of the flatfish *Lepidopsetta mochigarei* SNYDER. *Bull. Hokkaido Reg. Fish. Res. Lab.*, (18), 1–9.
- 14) ———. The chief differences between the eggs and larvae of Mub Dab *Limanda yokohamae* GÜNTHER and *Limanda schrenki* SCHMIDT. (MS)
- 15) Marr, J. C. (1956). The "Critical period" in the early life history of marine fishes. *Journal du Conseil*, **21**, 160–170.

～ 和 文 抄 録 ～

サンマ *Cololabis saira* (BREVOORT) 卵の発生

遊 佐 多 津 雄

サンマの卵巣卵については北原 (1894) が報告し、この資料にもとずいて倉上 (1914)、中村 ('37) がいずれも天然産卵の材料を得てサンマ卵の後期発生を観察しているが、両者の観察結果には可成りの差異が認められている。

本種の人工受精による発生については宮内 ('32) が企図したが、初期卵割期に斃死し失敗している。従つて、本種の正常発生に関し初期卵割より孵化稚魚までの観察結果については未だ報告されていない。

著者は幸いにも 1958 年 6 月 14 日津軽海峡に面する北海道木古内湾で成熟サンマを“摺取り漁法”によつて採集し、人工受精を行つて本種の正常発生に関する観察結果を得たので報告する。

この実験に用いた成熟親魚は♀ 32.4 cm, ♂ 30.2 cm で、人工受精は普通一般に行われている乾導法人工受精の方法で行つた。飼養温度範囲は 15.7～13.5°C (最高最低温度計使用) で、使用海水比重は 1.0252 (15°C) であり、海水の腐敗による悪影響を考慮してしばしば飼養海水を換えた。

観察方法は主として普通顕微鏡下で生の材料を観察した以外にヴァン固定後パラフィン切片とし、デラフィールドヘマトキシリン、エオシン二重染色法によつて観察して次の結果を得たので要約する。

1. 成熟未受精卵と受精卵の卵比重は 1.054～1.0627 であつた。従つて卵比重は普通海水比重より遙かに重く、卵が他物に附着するか、可成りの流れがない限り海の表面近くに浮遊することは恐らくなからうと思われる。
2. 卵形は球形、或は楕円球で、極軸は 2.08～1.32 mm, 赤道面軸は 2.00～1.48 mm である*。成熟未受精卵は無色透明に近く、原形質はアサバガレイ *Lepidopsetta mochigarei* やマコガレイ *Limanda yokohamae* のように成熟未受精卵では観察することが出来ない。
3. 前項で述べたように未受精卵では原形が観察されないが、受精卵或は海水によつて活性化されたものでは、原形質は約 20 本ある附属糸附近に集積し胚盤の形成が認められる。即ち本種の卵の動物極は約 20 本の附属糸附近にあることが認められる。
4. 卵膜の厚みは約 15 μ あつて、不規則な網目構造が観察される。
5. 卵の表層 (Cortex) には微細な油球が多数散在しているが、この外表層窩胞 (Cortical alveoli) があるかどうかは確めていない。
6. 卵割は他の硬骨魚卵の様に典型的な盤状局分割を辿る。
7. 卵割間の時間は 50 分乃至 60 分を要する。
8. 受精後 17 日で孵化する。
9. 孵化稚魚は中村 (1937) の報告とほぼ一致し、サヨリ *Hyporhamphus sajori* の孵化稚魚に類似するが、色素の分布で両者は明瞭に識別出来る。
10. 孵化後 3～4 日で卵黄を吸収した後稚魚期に入る。(切片観察による)
11. 孵化後 8～9 日に斃死稚魚が多く現われたことは適当な餌料の欠乏によるものと考えられる。最も生存したものは孵化後 12 日で、これ等のことから孵化後の危険期は卵黄吸収期 (孵化後 3～4 日) よりずれるという暗示が強い。

* 他のサンマ親魚よりの材料で人工受精によつて卵割した測定結果を含めてある。

Explanation

Plate I

- Fig. 1. The protoplasm clearly observed at the part of about 20 adhesive filaments, lateral view, 30 minutes after fertilization.
- Fig. 2. The transverse furrow flowing into the protoplasm is observable at the blastodisc, lateral view, three hours after fertilization.
- Fig. 3. The 2-cell stage, lateral view, three and a half hours after fertilization.
- Figs. 4, 5. The 4-cell stage, lateral view, four hours and fifty minutes after fertilization.
- Fig. 6. The same as Figs. 4 and 5, surface view.
- Fig. 7. The 8-cell stage, lateral view, five hours forty minutes after fertilization.
- Fig. 8. The 16-cell stage, surface view, seven hours after fertilization.
- Fig. 9. The 32-cell stage, surface view, eight hours after fertilization.
- Fig. 10. The morula stage, lateral view, fourteen hours after fertilization.
- Fig. 11. The same as Fig. 10, surface view, sixteen hours after fertilization.
- Fig. 12. The early blastula stage, surface view, twenty-two hours after fertilization.
- Fig. 13. The same as Fig. 12, lateral view.
- Fig. 14. The early gastrula stage, lateral view, thirty-nine hours after fertilization.
- Fig. 15. The gastrula stage, the germinal ring has reached more than the equatorial plane and the Kupffer's vesicle can be clearly discerned, lateral view, sixty-six hours after fertilization.
- Fig. 16. The gastrula stage, ventral view of the embryo, seventy hours after fertilization.
- Fig. 17. The gastrula stage, the germinal ring has reached about four-fifths of the yolk sphere diameter, surface view from the head region, seventy-two hours after fertilization.
- Fig. 18. The blastopore is at the stage of before closure, lateral view eighty-seven hours after fertilization.
- Fig. 19. The embryo has 40 pairs of mesodermal somites, side view, one hundred and twenty hours after fertilization.
- Fig. 20. The embryo extends about four-fifths around the circumference of the yolk's sphere, side view, one hundred and fifty-eight hours after fertilization.

Plate II

- Fig. 21. The three divisions of the brain can be clearly distinguished in the head, side view, one hundred and seventy-eight hours after fertilization.
- Figs. 22, 23. The chromatophores in the extra-embryonic yolk sac become aggregated along the larger blood vessels, side view, one hundred and eighty hours after fertilization.
- Fig. 24. The embryo surrounds the yolk's sphere, side view, two hundred and seven hours after fertilization.
- Figs. 25, 26. The tip of the tail extends till the head region, ventral view, two hundred and thirty-two hours after fertilization.
- Fig. 27. The tip of the tail reaches the occipital region, ventral view, two hundred and fifty-three hours after fertilization.
- Fig. 28. The pectoral fin has constantly rhythmic movements, ventral view, two hundred and seventy-four hours after fertilization.
- Fig. 29. The embryo turns over $1\frac{1}{2}$ in its chorion, side view, three hundred and twelve hours after fertilization.
- Fig. 30. The embryo turns $1\frac{1}{2}$ in its chorion, dorsal view, shortly before hatching.
- Fig. 31. The same as Fig. 30, ventral view.
- Fig. 32. The chorion has rupture.
- Fig. 33. Larval fish soon after hatching, side view.
- Fig. 34. Five days old larva, side view.
- Fig. 35. Nine days old larva, side view.

Plate 1

Cololais saira (BREVOORT)

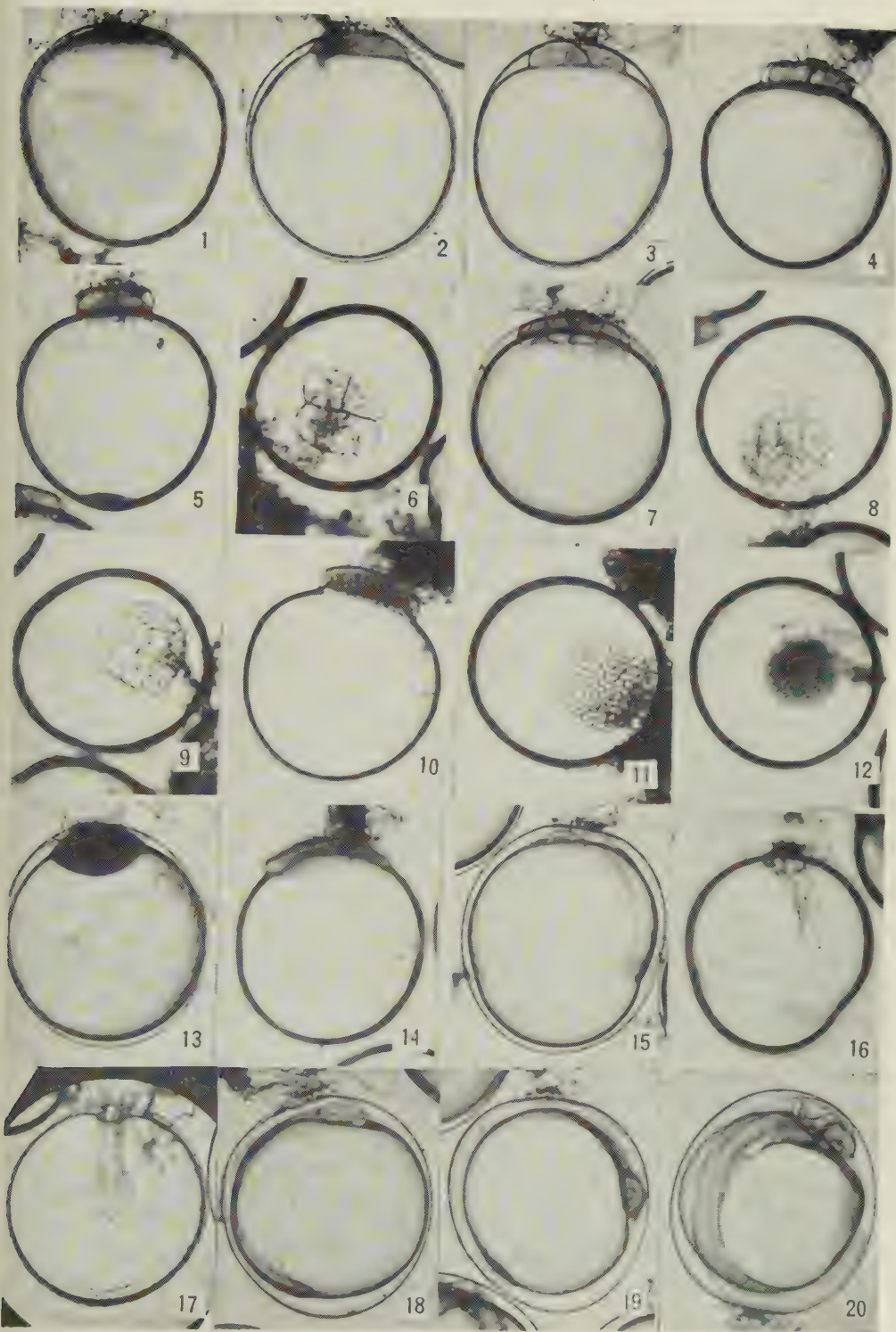


Plate II

Cololabis saira (BREVOORT)



EGGS AND LARVAE OF FLATFISHES IN THE COASTAL WATERS OF HOKKAIDO*

IV

EMBRYONIC DEVELOPMENT OF MUB DAB

LIMANDA YOKOHAMAE GÜNTHER

By

Tatsuo YUSA

Introduction

The effects of temperature and salinity on the embryonic development of the eggs of the mub dab, *Limanda yokohamae* GÜNTHER have been reported by Yamamoto¹⁾. Yamamoto²⁾ reported on the eggs and larvae of *Limanda schrenki* and the synonymatic problem between *L. schrenki* and this species. But, there are no contributions on the observations of the normal development of this species.

Therefore the writer deals with the results of observations on the artificially fertilized eggs and hatched larvae. They are the most important of our flatfish gill-nets species in the Bay of Hakodate.

Here the writer thanks Prof. Dr. Isao Motomura of the Biological Institute of the Tohoku University for his kind advice.

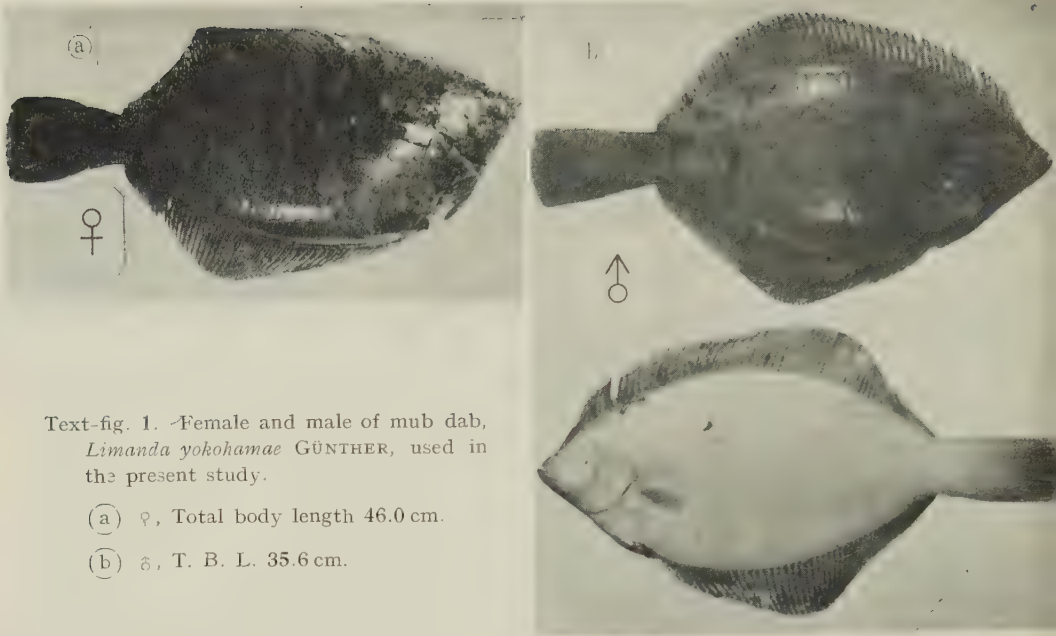
Methods of procedure

The spawning season of this species, which is extremely abundant in the Bay of Hakodate, Hokkaido, continues throughout from middle February to middle April, the oldest time of the year as in the case of the starry flounder³⁾ (*Platichthys stellatus*) in Ishikari Bay.

Animals, from which either eggs or milts were obtained, were caught by gill-nets in Hakodate Bay, Hokkaido, on March 19, 1957. The standard body length of the female was 38.6 cm and that of the male 29.7 cm in the material used in the present study (Text-fig. 1). The eggs were fertilized by the ordinary dry method. The fertilized eggs were cultured in the sea water of the density of 1.0233 (15°C) and the range of temperature 6.0°–9.2°C. Yamato¹⁾ reported that the water temperature for normal development of the eggs ranges from 6.0° to 16.0°C, the optimum temperature being about 9.0°C.

The temperature range of the surface waters of Hakodate Bay for the period of the

* Contribution from the Tohoku Regional Fisheries Research Laboratory. No. 155.



Text-fig. 1. Female and male of mub dab, *Limanda yokohamae* GÜNTHER, used in the present study.

(a) ♀, Total body length 46.0 cm.

(b) ♂, T. B. L. 35.6 cm.

spawning season of this species is from about 4.8° to 9.6°C. Spawning grounds have an area of about 25 m in depth and the eggs of this species are obviously the demersal eggs, therefore, the development refers to the bottom water temperature of the spawning grounds. Yamamoto¹⁾ reported that the favorable salinity for normal development of the eggs ranges from 20.90 to 40.11‰. The sea water was changed frequently during the development for keeping the eggs from contamination. The apparatus, observation and other methods were used almost the same as described in Parts I – III^{3,5,7)}.

Eggs

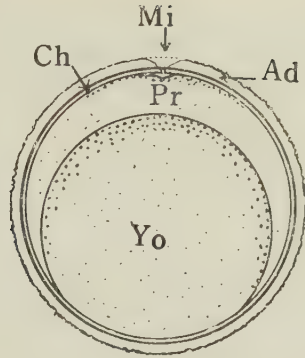
The specific gravity of the eggs is greater than that of sea water, therefore they are demersal eggs. They adhere to each other or on the glass bottom with adhesive layers of the surface of the egg chorion, within a few minutes after coming in contact with sea water.

The eggs are transparent and spherical with an extent diameter from 0.812 to 0.845 mm.

The protoplasm is found in the unfertilized mature eggs, and the protoplasm layer is observed in an unequal thickness covering the surface of the yolk (Text-fig. 2, Pl. I, Fig. 1). In the species, *Limanda schrenki* SCHMIDT¹⁾ and *Lepidopsetta mochigarei*⁵⁾, the bulk of the protoplasm are distributed in a layer of unequal thickness over the surface of the yolk at the time of stripping. Therefore, the flatfish may be belong to demersal and adhesive eggs is distributed the protoplasm layer from the yolk at the time of stripping, viz in the unfertilized mature eggs. Bolin⁶⁾ reported that the protoplasm is distributed in a layer of uniform thickness over the surface of the yolk in *Orthonopias triacis*, which has demersal and adhesive eggs. But the bulk of the protoplasm for the pelagic eggs of other flatfishes

Text-fig. 2. Unimpregnated mature egg of
L. yokohamae

Mi, Micropyle; Ch, Chorion;
Ad, Adhesive layers;
Pr, Protoplasm; Yo, Yolk.

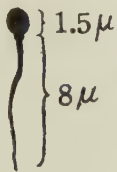


and teleost eggs can not be found in the unfertilized mature eggs. The adhesive layers (Text-fig. 2) is found in uniform thickness covering the surface of the egg chorion, and about $20-30\mu$ in thickness, but they are not found at the part of the micropyle, and a single micropyle is observed at the chorion (Text-fig. 2, Pl. I, Fig. 2). The egg chorion is horny, and about 10μ in thickness, namely, it is about half the thickness of the adhesive layer. A pattern of irregular reticulate marking is observable on the surface of the adhesive layer as if it had been sculptured, and the egg chorion has no marking.

The egg is relatively transparent, the protoplasm is pale orange yellowish in color, and the yolk is almost colorless. A large number of globules about 5μ in diameter, which are probably the cortical alveoli, are scattered over the surface of the cortex. There are not oil globules.

Spermatozoa

The mature spermatozoa of this species take the form of the typical teleostean fishes (Text-fig. 3). The spermatozoon has a spheroidal head, which is stained an intense black



Text-fig. 3. Mature spermatozoon of *L. yokohamae*

with Delafield's-hamatoxylin and a comparatively long tail. The middle piece which faintly stained is very difficult to detect by the smear method on the slide glass.

Development

The egg is fertilized, a small perivitelline space appears between the chorion and the delicate plasme membrane at about thirty minutes after fertilization. The protoplasm observed in the unfertilized mature egg begins to concentrate at the micropyle part of the egg to form the blastodisc. The actual streaming of the protoplasm is not observable in this species (Pl. I, Fig. 3) as in *Lepidopsetta mochigarei*⁵⁾.

At about three and a half hours after fertilization, the blastodisc reaches full develop-

ment and appears as a rounded cap, thick at the center and gradually fading into the extremely thin layer of the protoplasm investing the rest of the yolk. The surface overlying the yolk is flat, while the opposite surface, pressing against the egg membrane, is highly convex.

Segmentation of this species takes the form of the typical meroblastic cleavage as in the demersal eggs of *L. schrenki*⁴⁾, *L. mochigarei*⁵⁾ and other teleost fishes.

The actual cell division begins from an evident protuberance of the yolk more distinct than in the starry flounder³⁾ as a transverse furrow flowing into the protoplasm at about four hours after fertilization (Pl. I, Figs. 4, 5). The other phenomenon of the cleavage of this species resembles that of the starry flounder. The first division is completed at about four hours and fifty minutes after fertilization (Pl. I, Figs. 6, 7, 8). This first division divides the blastodisc into two almost equal blastomeres, which are roughly semi-circular in shape, and flattened at their margin, when viewed from the cleavage plane (Pl. I, Fig. 7). But the blastoderm slopes abruptly on both sides of the blastomeres (Pl. I, Fig. 8), when seen from the side of the cleavage plane axis. The first cleavage plane is meridional and divides the blastodisc into two blastomeres which are roughly circular when viewed from the animal pole. At the 2-cell stage the form of the blastomeres of this species closely resembles those of the flatfish, *L. mochigarei*, which had been reported by the writer⁵⁾.

At about seven hours after fertilization, the second cleavage, also meridional and at right angles to the first plane of cleavage, results in the restoration of equality in the two axes of the blastoderm. During this process the edge of the blastoderm becomes more abrupt and by the time four cells are developed there is a marked constriction at their bases, these phenomenon agree the observations of Bolin⁶⁾, who observed at the cottid fish. Thus the four blastomeres are nearly equal in size (Pl. I, Figs. 9-11).

The third cleavage is completed about nine hours after fertilization, cleavage taking place on each side and parallel to the first plane of cleavage, resulting in two parallel rows of four symmetrical blastomeres each (Pl. I, Fig. 12), when viewed from the animal pole. Therefore, when viewed from the first cleavage plane, four approximately symmetrical cells can be observed (Pl. I, Fig. 13), but from the second cleavage plane, two approximately symmetrical cells of one side in two parallel rows of blastomeres can be observed. The resulting blastoderm has elongated its second cleavage axis direction.

The fourth cleavage plane is also meridional and at right angles to the first and third, these cleavages take place on each side of and parallel to the second plane of cleavage. Thus the blastomere of 16 cells is completed at about ten hours and thirty-five minutes after fertilization. The individual cells in the 16-cell stage are nearly equal in size and form (Pl. I, Figs. 14, 15).

The fifth cleavage is extremely difficult to follow. This cleavage takes place at about twenty hours and ten minutes after fertilization. With the fifth cleavage and the consequently developed 32 cells, the blastoderm must be two cell layers in thickness, at this stage the individual cells are irregular in size, form, and position (Pl. I, Fig. 16). But the 32-cell stage of *L. mochigarei* becomes two cell layers in thickness as the result of the fifth cleavage plane taking place on the latitudinal phase, and 32 blastomeres are nearly equal in size as reported by the writer⁷⁾.

Further cleavages become more and more difficult to follow in the living material as the starry flounder. But the individual cells are still readily visible (Pl. I, Figs. 17, 18). At about twenty-one hours after fertilization the morula stage is completed. When viewed from the vegetal pole the blastoderm diameter are larger than the yolk sphere or they are about of a similar circle in size. When viewed from the side of the pole axis the height of the blastoderm are about one-third of the egg diameter (the pole axis). The segmentation cavity becomes apparent beneath the central area of the blastoderm (Pl. I, Fig. 18).

As development progresses, the cells become so small as to be indistinguishable in the living material. As the result of these changes the entire egg assumes an appearance similar to that of the fully developed blastodisc stage. This stage is known as the blastula stage, and is reached at about twenty-six hours after fertilization. The segmentation cavity becomes blastocel at this stage (Pl. I, Fig. 19).

The gastrula stage is reached at about forty hours after fertilization. Shortly thereafter a germinal ring is visible when viewed from the side as shown in Plate I, Fig. 20, at about forty-two hours after fertilization. The material of the adhesive layers begins to concentrate at each adhesion points. But the concentrate of the adhesive layer could not be found distinctly at this stage.

The germinal ring has reached nearly the equatorial plane at about fifty-two hours after fertilization. The excessive constriction of the yolk by the germinal ring could not be observed in this species (Pl. II, Fig. 21). In surface view, the embryonic shield is present at one part of the germinal ring.

At about sixty-five hours after fertilization, the growth of the epiboly reaches about three-fourths of the egg surface (Pl. II, Fig. 22). The material of the adhesive layer concentrated at each connected points will be found in uniform thickness covering the surface of the chorion, within about forty hours after the fertilization. At this stage the chorion has lacked a part of the adhesive layers, and the concentrate can be found distinctly. In surface view, the embryonic shield presents a spatulate form.

The blastopore is at the stage before the closure at eighty-seven hours after fertilization. There is as yet no evidence of optic vesicles, Kupffer's vesicle and other organs in connection in the living material (Pl. II, Fig. 23).

At about one hundred and six hours after fertilization, the blastopore is completely closed. The embryo has about six pairs of mesodermal somites in the central region, the optic vesicles is observable at the two sides of the head region, and Kupffer's vesicle is marking its first appearance.

At about one hundred and fifteen hours after fertilization, the embryo extends approximately three-fourths around the circumference of the yolk sphere. The Kupffer's vesicle is about 70μ in diameter. At this stage about eight pairs of mesodermal somites is counted (Pl. II, Figs. 24, 25).

At about one hundred and twenty-five hours after fertilization, the pupils of the eyes become visible. The eyes are well rounded and when viewed from the ventral side of the embryo they can be seen to protrude beyond the general outline of the head. The olfactory capsules make their appearance immediately anterior to the eyes. The Kupffer's vesicle had reached its full growth, being about 90μ in diameter. The tail begins to grow,

but the posterior part is not freed from the yolk sac (Pl. II, Fig. 26).

At about one hundred and thirty-two hours after fertilization, the embryo extends over three-fourths around the yolk, and the tail is freed from the yolk sac (Pl. II, Fig. 27).

At about one hundred and sixty-four hours after fertilization, the embryo nearly surrounds the yolk. The Kupffer's vesicle is decreasing in size and then disappears. The three divisions of the brain can be distinguished in the head of the embryo. The intestine appears as a long tubule at the ventral side of the embryo. The pigment appears as a few scattered minute black specks on the surface of the body (Pl. II, Fig. 28).

At about one hundred and eighty-seven hours after fertilization, the Kupffer's vesicle is completely disappeared. The embryo surrounds the yolk as a result of the growth of the tail. The heart is pulsating and spasmodic movements of the embryo is observable at this time. Slightly yellow-greenish auditory vesicles can be observed posteriorly to the eyes (Pl. II, Figs. 29, 30).

At about two hundred and twelve hours after fertilization, the tip of the tail reaches to more than the surrounding the yolk. A delicate fin fold is observed at the posterior end of the embryo.

Black stellate chromatophores are scattered on the surface of the body and both eyes. But two or three parts of densely distributed portion is observable at the posterior part of the embryo (Pl. II, Fig. 31).

At about two hundred and thirty-eight hours after fertilization, the tip of the tail passes to the right side (94.5–53.9 %, left side 46.0–3.5 %; confidence coefficient 98 %) of the auditory vesicle region. The yolk is absorbed, the yolk sac is smaller than the preceding stage. Spasmodic movements of the embryo is observable at this stage (Pl. II, Fig. 32). The pigmentation becomes slightly heavier at about two hundred and fifty-four hours after fertilization.

At about two hundred and eighty-two hours after fertilization, the tip of the tail grows to reach the length of the embryo being $1\frac{1}{2}$ of the circumference of the egg. The embryo becomes active, swinging the tail violently to both sides and twitching of the body, or often turning completely in the chorion (Pl. II, Figs. 33, 34).

From this stage to hatching for about three days some further changes occur. The yolk sac is slightly shrunken, the pigmentation becomes heavier and the movement more vigorous (Pl. II, Fig. 35, 36).

The larvae hatched out, head first, through the rupture of the chorion at about three hundred seventy-two hours after fertilization.

Larval development

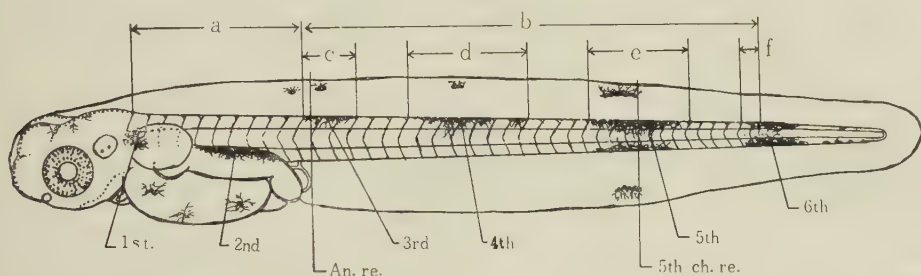
The newly hatched larva of this species closely resembles that of *Lepidopsetta mochigarei* SNYDER, however the larvae of this species can be distinguished from the latter species in the pigmentation of the larvae, which is the most important distinguishing character, and in the form of the yolk at least for four days after hatching. The chief differences between the larvae of this species and *L. mochigarei* have been reported by the writer⁵⁾. The larva of this species shows no resemblance to the *Limanda schrenki*.

The newly hatched larvae (Pl. II, Fig. 37. Pl. III, Fig. 38) are from 3.4 to 3.8 mm

in total body length. The body is symmetrical with a long trunk, nearly circular in cross section, and gradually tapering posteriorly. The yolk sac is small by absorptions measuring about 0.64 mm along its horizontal axis and 0.3 mm in width. The head extends beyond the yolk sac, which is not deflected. The vent is located just at the posterior margin of the yolk sac and about $\frac{1}{3}$ the length of the body from tip of the head. The rectum is quite large as in *L. mochigarei*.

The eyes measure about $220\ \mu$ in horizontal diameter, the auditory capsules about $112\ \mu$ in horizontal diameter and about $80\ \mu$ in width with two black spots on every capsule.

The numbers of the myotomes at the anterior and the posterior parts of the anus are 10–11 and 31–33 respectively. The relation of the myotomes numbers to the chromatophore of the newly hatched larvae is shown in Text-fig. 4.



Text-fig. 4. Newly hatched larva of *L. yokohamae*

a.—10–11 myotomes; b.—31–33; c.—1–3;
d.—7–13; e.—18–26; f.—1–2.

The median larval fin fold begins to appear at the dorsal surface of the head, continuing to about the posterior end of the trunk; it extends anteriorly to the anus as a ventral fin fold. The depth of the fin fold is as shown in Text-fig. 4 and Table I.

Table I

	Part (mm)	
	An. re.	5th ch.
Dorsal fin fold	0.128	0.128
Body width	0.160	0.128
Ventral fin fold	0.160	0.176

An. re. Just posterior anus region.

5th ch. It is measured at about the middle of the 5th chromatophore region.

The pectoral fins appear as transparent fan-like structures on both sides of the body just posterior to the auditory capsules.

The pigmentation of the larvae is an important taxonomic character of this species. The yellow and black chromatophores are grouping on six regions of the body. The first chromatophore group is at the base of the pectoral fins, the second at the intestinal dorsal region, the third at the posterior and slightly distant from the vent, the fourth at about

half of the body length, the fifth at mid-way between the third group and the tip of the tail, and the sixth at mid-way between the fifth group and the tip of the tail respectively. In addition to the third, fourth, and fifth groups the pigmentation is observable at the margin of the dorsal-fin fold, moreover the fifth group has dendritic chromatophores at the margin of the ventral fin fold.

Yellowish dendritic three or five chromatophores are distributing over the yolk sac, when viewed from the side. The eyes are yellow-brownish in color.

The newly hatched larvae lie down on the bottom of the vessel, and sometimes, they swim upwards by the flutterings of the tail, and when they descend their head is directed downwards gliding without flutterings of the tail as in *Lepidopsetta mochigarei*⁵⁾.

At five days after the hatching, the yolk sac is small, owing to the yolk being suddenly absorbed (Pl. II, Figs. 39, 40). At this stage the mouth and the jaws are functional, and the vent becomes large and is completely opened. The larvae move the pectoral and caudal fins are in typical swimming movements.

The larvae are from 4.44 to 4.86 mm in total body length. The position of the vent is approximately the same as at the time of hatching. The depth of the fin fold is about two or three times of the body width. Marked changes in pigmentation have occurred, the pupils of the eyes are jet black and the iris has assumed a silver color. Moreover, at the time of hatching the black dendritic chromatophores at the margin of the ventral fin fold which faced the fifth chromatophore group on the body are dissolved on the ventral fin fold. Black dendritic chromatophore, become increased at the ventral fin fold from the posterior of the large rectum to between the fifth and sixth chromatophore groups. The black chromatophores are observable at the ventral side of the intestine.

At ten days after the hatching, the larvae measure from 4.35 to 4.95 mm in total body length. The yolk sac is now small, about 0.11 mm along its horizontal axis (Pl. IV, Figs. 41, 42).

The black and yellow dendritic chromatophores of the intestinal dorsal region, continuing to about the posterior end of the trunk at the margin of the body.

At fifteen days after the hatching, the larvae become the so-called postlarvae absorbing the yolk completely (Pl. IV, Fig. 43). At this stage the larva is perfectly symmetrical. The fin fold and the pigmentation pattern of the body remains essentially the same as in the preceding stage. It seems that the critical period for these larvae is at sixteen days after hatching, showing a high mortality in the laboratory condition. The larvae of *Limanda yokohamae* were not observed beyond eighteen days after hatching.

Summary

In the present paper, an attempt was made to illustrate the normal course of development in the mub dab *Limanda yokohamae* GÜNTHER.

Animals, from which eggs or milts were obtained, were caught by gill-nets in Hakodate Bay, Hokkaido, on March 19, 1957. The standard body length of the female was 38.6 cm and that of the male 29.7 cm in the material used in the present study. Both ovaries and testes were treated for artificial fertilization by the ordinary dry method. Fertilized

eggs were reared in sea water of the density of 1.0233 (15.0°C) and of range temperature of 10.0°–9.2°C.

Results are as follows;

1. The protoplasm is found in unfertilized mature eggs, and the protoplasm layer is found in unequal thickness covering the surface of the yolk.
2. The specific gravity of the eggs is greater than that of the sea water. The eggs adhere to each other or on the glass within a few minutes after coming in contact with sea water.
3. The eggs are transparent and spherical in form with an extent diameter from 0.812 to 0.845 mm.
4. The adhesive layer is found in uniform thickness covering the surface of the egg chorion, and about 20μ in thickness, but they are lacking at the part of the micropyle. A pattern of irregular reticulate marking are observable on the surface of the adhesive layer.
5. The material of the adhesive layer concentrated at each connected points at the micropyle reaches about three-fourths of the egg surface (about sixty-five hours after fertilization).
6. The egg chorion is horny and about 10μ in thickness, without any marking.
7. A large number of globules (about 5μ in diameter) are probably the cortical alveoli, they are scattered over the surface of the cortex.
8. The eggs contain no oil globules.
9. The mature spermatozoa takes the form of the typical teleostean fishes.
10. The actual streaming of the protoplasm is not observable.
11. The mature unfertilized eggs were activated by sea water, the protoplasm begins to concentrate at the animal pole.
12. The period of time between cleavages is one and a half or two hours from the 1-cell stage to the 32-cell stage.
13. Artificially fertilized eggs undergo meroblastic cleavage, which is typical in the teleost eggs.
14. The larvae hatched out, head first, through the rupture of the chorion at about 5.5 days after fertilization.
15. The newly hatched larva of this species closely resembles that of *Lepidopsetta ochigarei*, but the larva of this species shows no resemblance with *Limanda schrenki*.

Bibliography

1. Yamamoto, T. (1939). Effects of Temperature and Salinity on the Embryonal Development of the Eggs of *Pseudopleuronectes yokohamae* (GÜNTHER). *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, **8** (2), 102–106. (Japanese, with English summary)
2. Yamamoto, K. (1951). On the Egg and Larva of *Limanda schrenki* and the Synonymatic Problem Between *L. schrenki* and *L. yokohamae*. *Sci. Rep. Hokkaido Fish Hatchery*, **6** (1, 2), 173–179 (Japanese)
3. Yusa, T. (1957). Eggs and Larvae of Flatfishes in the Coastal Waters of Hokkaido. I. Embryonic Development of the Starry Flounder *Platichthys stellatus* (PALLAS). *Bull. Hokkaido Reg. Fish. Res. Lab.*, (15), 1–14.
4. Hikita, T. (1952). On the Development of *Limanda schrenki* (SCHMIDT). *Sci. Rep. Hokkaido Fish Hatchery*, **7** (1, 2), 1–12. (Japanese)

5. Yusa, T. (1952). Eggs and Larvae of Flatfishes in the Coastal Waters of Hokkaido. **II.** Early Development of the Flatfish, *Lepidopsetta mochigarei* SNYDER. *Bull. Hokkaido Reg. Fish. Res. Lab.*, (15), 15-22.
6. Bolin, R. L. (1941). Embryonic and early larval stage of the cottid Fish *Orthonoplas triacis* STARKS and MANN. *Stanford Ichthyological Bull.*, **2**(3), 73-82.
7. Yusa, T. (1958). Eggs and Larvae of Flatfishes in the Coastal Waters of Hokkaido. **III.** Post-embryonic Development and Larvae of the flatfish *Lepidopsetta mochigarei* SNYDER. *Bull. Hokkaido Reg. Fish. Res. Lab.*, (18), 1-9.

～ 和 文 抄 録 ～

北海道周辺水域に於けるカレイ類の卵と稚魚
第 四 報

マコガレイ *Limanda yokohamae* GÜNTHER の発生

遊 佐 多 津 雄

本種の卵発生に及ぼす水温と塩分濃度の影響については山本考治 (1939) が報告しているが、本種の卵発生経過中の形態に関しては未だ報告されていないのでここに報告する。

材料は 1957 年 3 月 19 日函館湾内のカレイ刺網で漁獲された本種の成熟親魚中より、♀標準体長 38.6 cm, ♀ 29.7 cm を選び乾導法人工受精を行いスライドグラスに附着させ、水温 7.0～9.2°C の清浄止水海水中にて飼養した。使用海水比重は 1.0233 (15.0°C) で飼養中しばしば海水を換え、海水の腐敗からの悪影響をさけるように努めた。

観察は普通顕微鏡にて生の材料を顕微鏡写真撮影、或はスケッチを行つて次の結果を得た。

1. 原形質は未受精成熟卵で観察され、卵門附近が最も厚く次第に薄くなつて卵黄を被っている。
2. 卵比重は普通海水より重く、海水に接すると直ちに卵は相互に、或はガラス面に附着する。
3. 卵径は 0.812～0.845 mm で球形にして透明である。
4. 卵膜の外側には約 20 μ の粘着層が全面を被っているが、卵門の部分では欠けている。粘着層の表面には不規則な網目状構造が観察される。
5. 卵膜上の粘着層は囊胚期の被覆 3/4 の時期 (受精後約 65 時間) には接着点に集合するのが認められる。
6. 卵膜の厚は約 10 μ あつて、表面は平滑のようである。
7. 卵の表層 (Cortex) には多くの表層窩胞 (Cortical alveoli) と思われるものが観察される。(直径約 5 μ の球形)
8. 卵は油球を含まない。
9. 精子は硬骨魚類のような典型的な形態を示す。
10. 原形質流動は観察出来なかつた。
11. 成熟未受精卵は海水によつて活性化され、原形質は動物極に集積される。
12. 2細胞期から 32細胞期までの卵割間の時間は1時間半から2時間を要する。
13. 受精卵は盤状局分割を行ない、一般硬骨魚のような典型的な卵割を辿る。
14. 受精後約 15 日半で頭部より孵化する。
15. 本種の孵化稚魚はアサバカレイ *Lepidopsetta mochigarei* に類似するが、クロガシラガレイ *Limanda schrenki* には寧ろ類似する点は少ない。

Explanation

Plate I

- Fig. 1. The mature egg.
Fig. 2. The mature unfertilized egg in sea water.
Fig. 3. The protoplasm concentrating at the animal pole of the egg to form the blastodisc, lateral view, two hours after fertilization.
Figs. 4,5. The evident protuberance of the yolk is clearly observed at the contact surface to the protoplasmic germinal disc, lateral view, four hours after fertilization.
Fig. 6. The 2-cell stage, surface view four hours and fifty minutes after fertilization.
Figs. 7,8. The same as Fig. 6, lateral view.
Fig. 9. The 4-cell stage, lateral view, seven hours after fertilization.
Fig. 10. The same as Fig. 9, surface view.
Fig. 11. The same as Fig. 9, lateral view.
Fig. 12. The 8-cell stage, surface view, nine hours after fertilization.
Fig. 13. The same as Fig. 12, lateral view.
Fig. 14. The 16-cell stage, surface view, about ten and a half hours after fertilization.
Fig. 15. The same as Fig. 14, lateral view.
Fig. 16. The 32-cell stage, lateral view, about twelve hours after fertilization.
Fig. 17. The morula stage, surface view twenty-one hours after fertilization.
Fig. 18. The same as Fig. 17, lateral view.
Fig. 19. The blastula stage, lateral view, twenty-six hours after fertilization.
Fig. 20. The gastrula stage, lateral view, forty-two hours after fertilization.

Plate II

- Fig. 21. The germinal ring nearly at equatorial plane, lateral view, about fifty-two hours after fertilization.
Fig. 22. Growth of the epiboly reaches about three-fourths of the egg surface, lateral view, sixty-five hours after fertilization.
Fig. 23. Shortly before the closure of the blastopore, ventral view, eighty-seven hours after fertilization.
Fig. 24. The embryo extends about three-fourths around the circumference of the yolk sphere. The embryo has about eight pairs of somites, ventral view, one hundred and fifteen hours after fertilization.
Fig. 25. The same as Fig. 24, side view.
Fig. 26. The Kupffer's vesicle had reached its full growth, ventral view, one hundred and twenty-five hours after fertilization.
Fig. 27. The tail of the embryo is freed from the yolk sac, side view, one hundred and thirty-two hours after fertilization.
Fig. 28. The embryo nearly surrounds the yolk, side view, one hundred and sixty-four hours after fertilization.
Fig. 29. The Kupffer's vesicle completely disappeared and the embryo surrounds the yolk, side view, one hundred and eighty-seven hours after fertilization.
Fig. 30. The same as Fig. 29, ventral view.
Fig. 31. The black stellate chromatophores appeared on the surface of the body, side view, two hundred and twelve hours after fertilization.
Fig. 32. The tip of the tail pass of auditory vesicle region, view from above the head, two hundred and thirty-eight hours after fertilization.
Fig. 33. The embryo to turn $1\frac{1}{2}$ in its chorion, side view, two hundred and eighty-two hours after fertilization.
Fig. 34. The same as Fig. 33, ventral view.
Fig. 35. The embryo shortly before hatching, ventral view, three hundred and thirty hours after fertilization.
Fig. 36. The same as Fig. 35, side view.
Fig. 37. Larval fish soon after hatching, ventral view.

Explanation

Plate III

- Fig. 38. The same as Fig. 37, side view.
Fig. 39. Five days old larva, side view.
Fig. 40. The same as Fig. 39, ventral view.

Plate IV

- Fig. 41. Ten days old larva, side view.
Fig. 42. The same as Fig. 41, ventral view.
Fig. 43. Fifteen days old larva, side view.

Plate I

Limanda yokohamae GÜNTHER

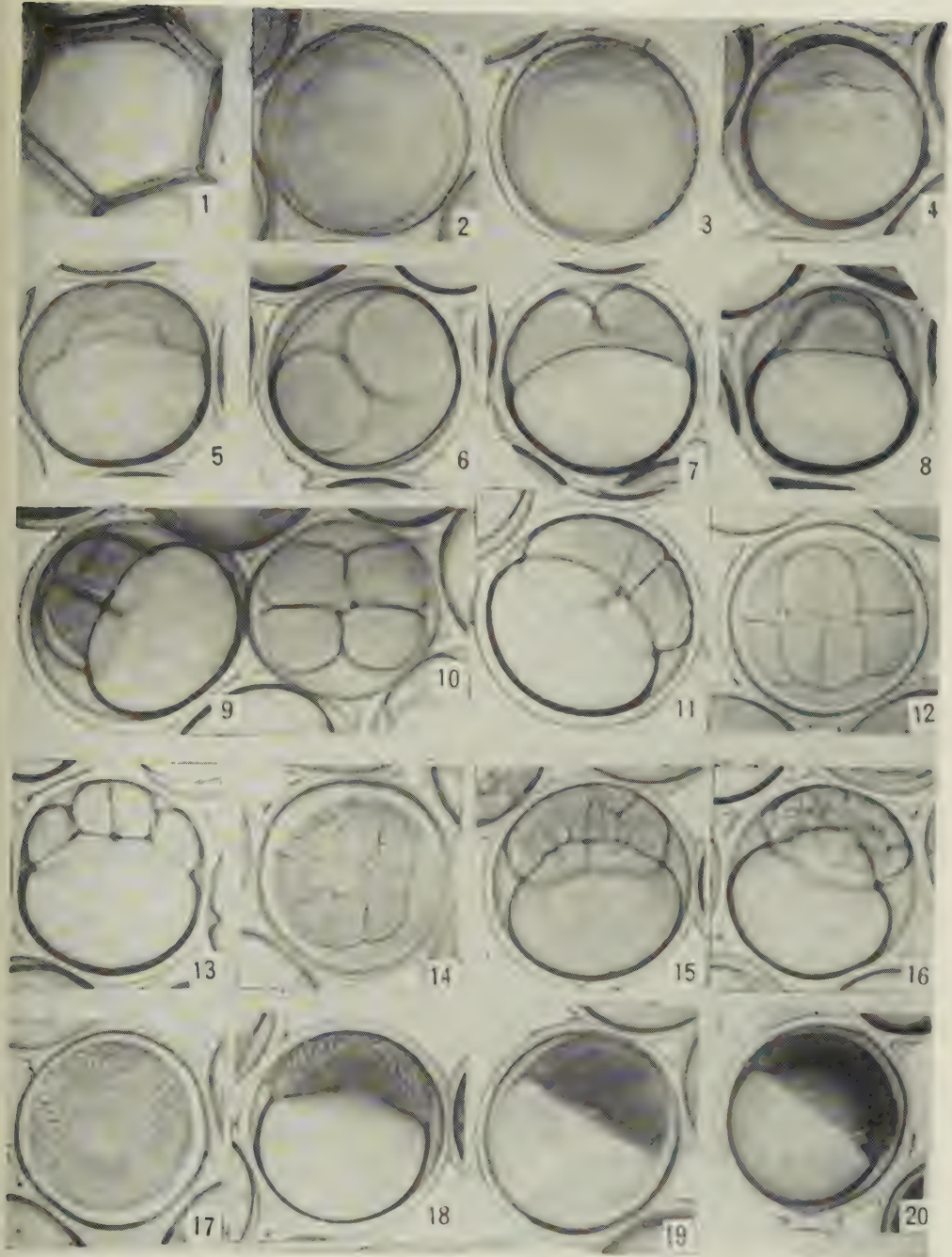


Plate II

Limanda yokohamae GÜNTHER

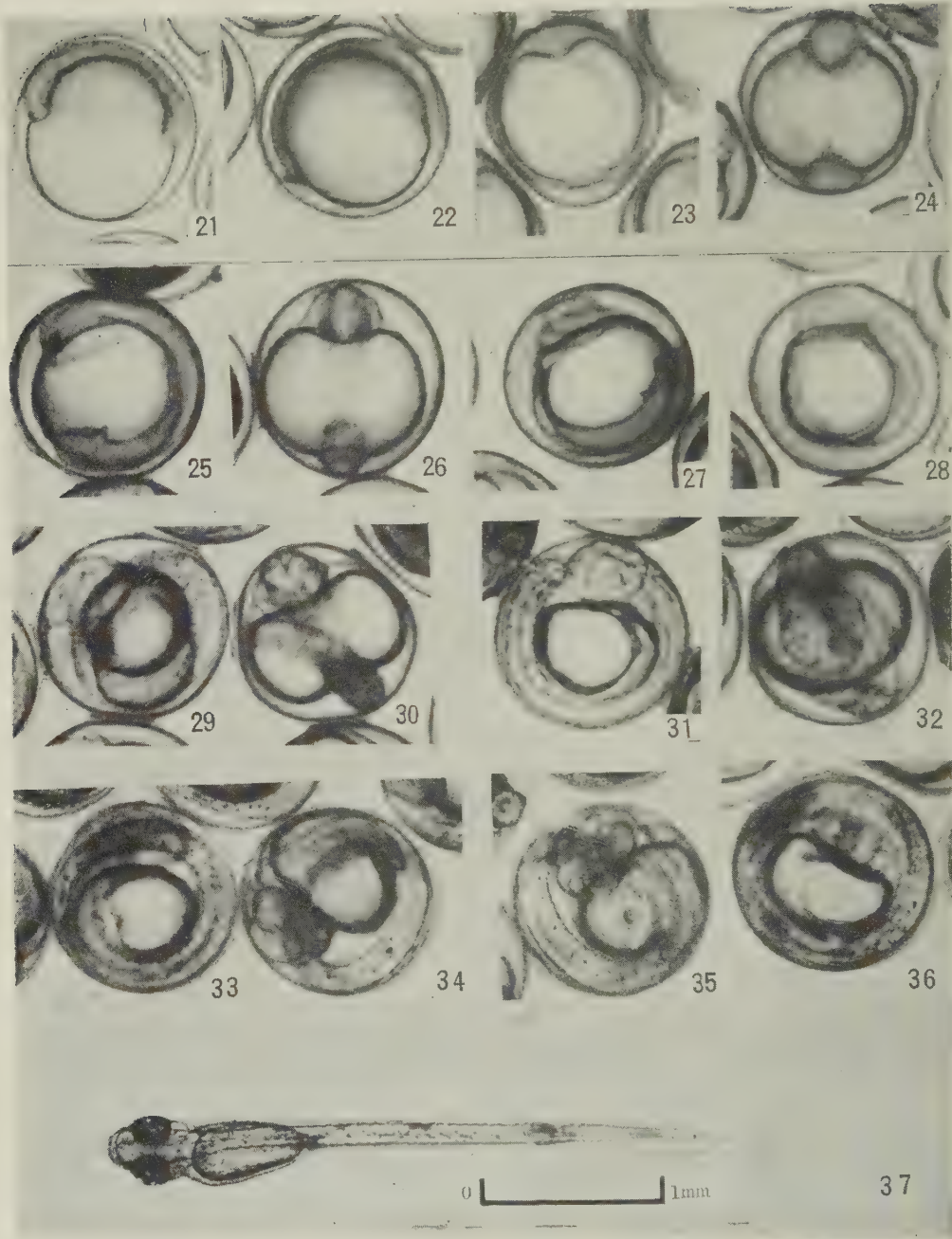
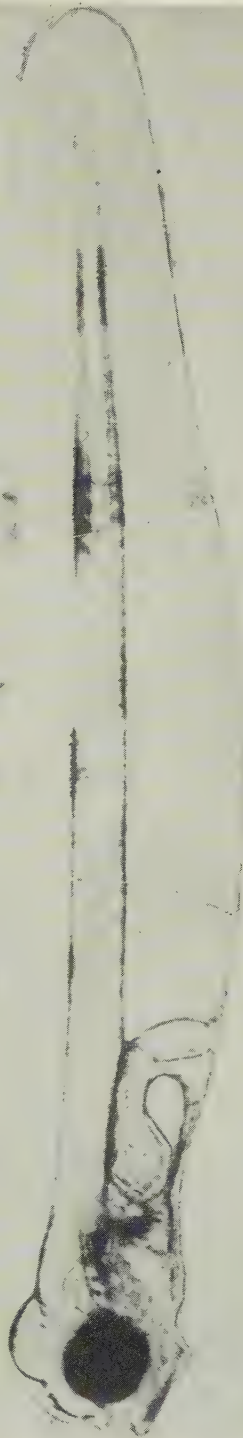


Plate III
Limanda yokohamae GÜNTHER



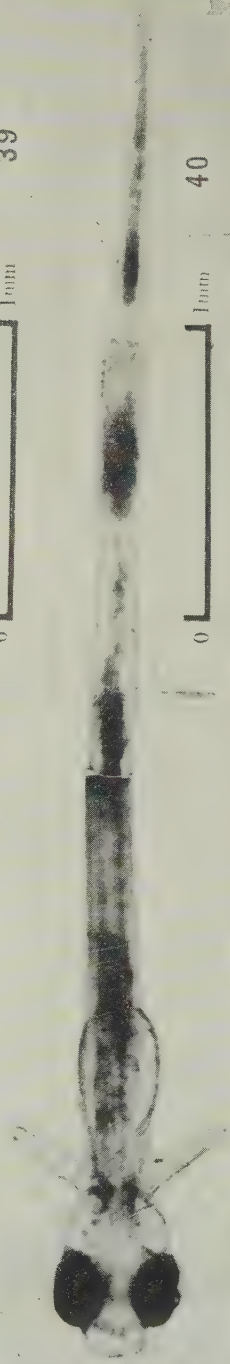
38

0 1mm



39

0 1mm

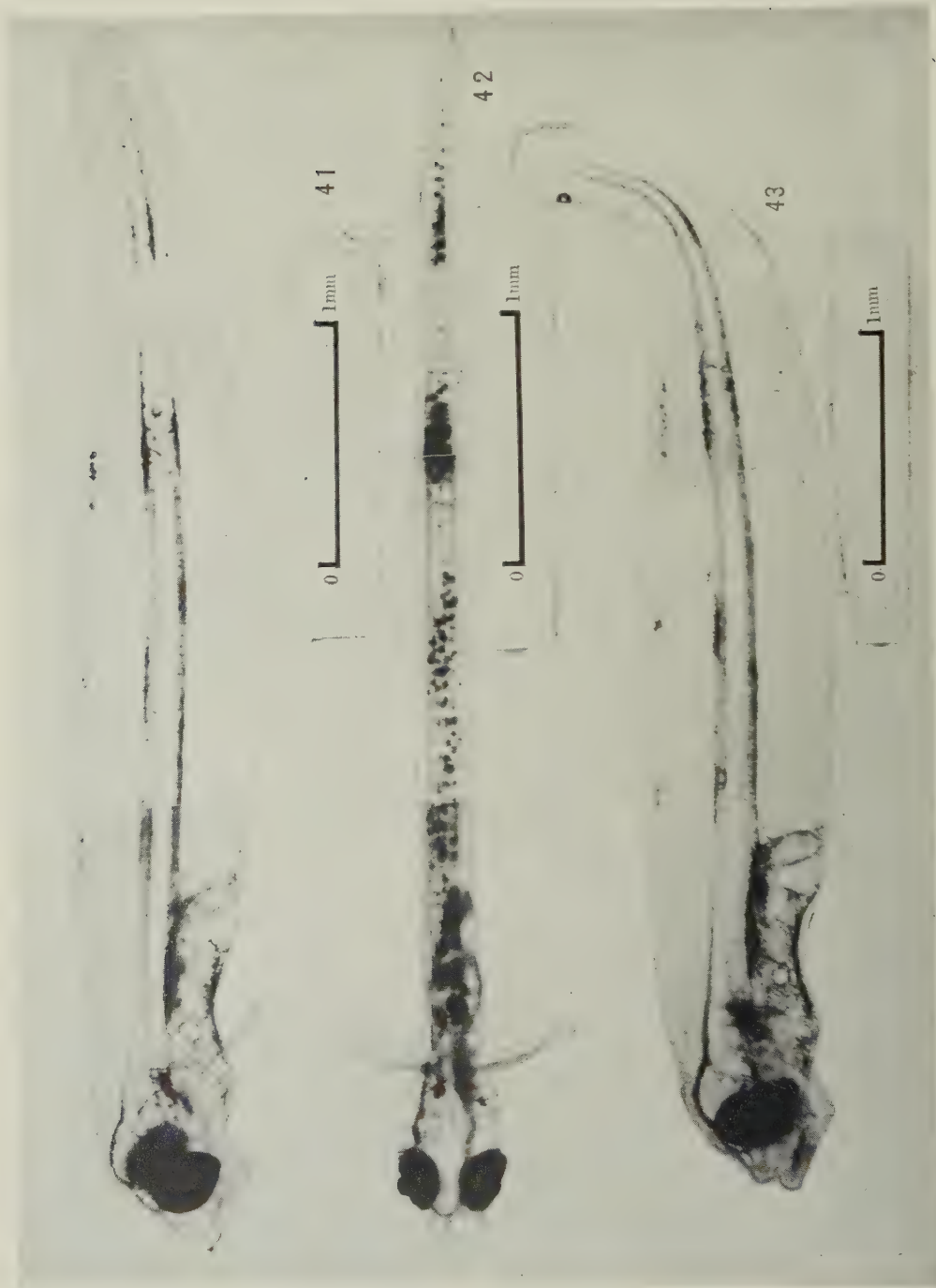


40

0 1mm

Plate IV

Limanda yokohamae GÜNTHER



カツオの餌付に関する研究^{*}

第 2 報 群の社会的構造による餌付の促進・抑制

堀 田 秀 之

A STUDY ON THE "BITING" OF SKIPJACK IN THE LIVE-BAIT FISHERY

Part II Relation between the "biting" and the social condition in the school

By

Hideyuki HOTTA

In the previous report it was suggested that the feeding activity of the fish school depends on the physiological condition of individuals, and on the social condition in the school.

Therefore in this report, examined was the relation between the promotion or the control of feeding activity by the percentage occupied by the fishes with empty stomach in the school, using the mackerel, *Pneumatophorus japonicus japonicus*.

The results obtained were:

(1) The individuals in the school have fed at random and the amount of food eaten decreased according to the amount of prey given.

(2) The relation between time of food eaten (in seconds) and amount of food eaten per hunger fishes in group feeding of a school prey, viz. feeding activity curve is illustrated in figure 4 and the school feeding behavior, that is, the attraction of the prey and of the individuals in the school is shown schematically in figure 5. From these results it may be said that the social condition is sufficient to influence the feeding activity in the school.

前報（堀田・狩谷・小川 '59）において、カツオ竿釣漁業で餌イワシや擬餌鉤に対する索餌要求の度合を“餌付”と呼んだ。この様な餌付の良・不良即ち摂餌行動の活潑・不活潑或は餌イワシへの反応の強弱を起させる要因として、先ずカツオが空腹の状態にあつたかどうかという生理的な条件である。勿論群を構成する個体の間では空腹なものも、又かなりの量を捕食しているものもあつて変異があろう。従つて群の成員の間では餌に対する要求度合は個体によつてかなりの相違があるわけである。それにも拘らず、共に行動しようとする欲求によつて群が保たれていることから、

餌にひきつけられる度合と群にひきつけられる度合の強弱によって、群としての索餌活動が促進されたり、抑制されたりする。換言すると、カツオ釣り場合には、漁船の周囲の釣り場(餌場)に足を留めて盛んに撒餌を捕食したり、最初暫くは餌場に足を留めるが、直ぐに釣り場から離れて行ったり、或は全く餌イワシには見向きもせずに1回とながって行動する。このような群全体としての摂餌行動、即ち餌付の度合を従来から主観的ではあるが、極良好、良好、稍不良、不良、極不良と表現している。これらの分類が単にカツオの空腹感とつづ生理的条件の外に、上記の群とつづ社会的条件によつて、かなり左右されると推察した。

最初の魚自体の生理的条件、例えば摂餌・消化に伴つて起る餌付の変化等に関しては、改めて報告することとして、本文では群内成員の間で、餌の要求度合の強弱もかなり多寡によつて、餌付などの様に促進されたり、抑制されたりするかに就いて、カツオと生態的に類似しており、しかも飼育し易いマサバを用いて実験を行つた結果を報告する。

実験材料並びに方法

実験は 1959 年 8 月に東北海区水産研究所八戸支所の臨海実験プールで行ひ、実験材料としてマサバ *Pneumatophorus japonicus japonicus* を用いた。このマサバは実験プールのある場所の傍にある沖出し約 100 m の小さな定置網に乗網したもので、魚捕部からタモですくつて、小船上に用意した 4 斗樽に入れて運搬し、活きのよいもの丈けを選んで算定しながらプールに収容した。臨海実験プールの構造は縦 25 m、横 10 m、深さ 2.1 m で、水深は大潮の満潮時で約 2 m、干潮時は深い所で約 1.5 m、浅い所で約 0.5 m となる*。プールつ南側と東側の壁に沿つて地下観測室が



第 1 図 東北水研八戸支所の実験プール全景
A: 地下観測室入口 B: 移動観測機 C: 注水ポンプ室 D: 防波堤

* 但し現在では干潮時でも略々 2m の水位が保てる様に水揚げポンプが活動している。

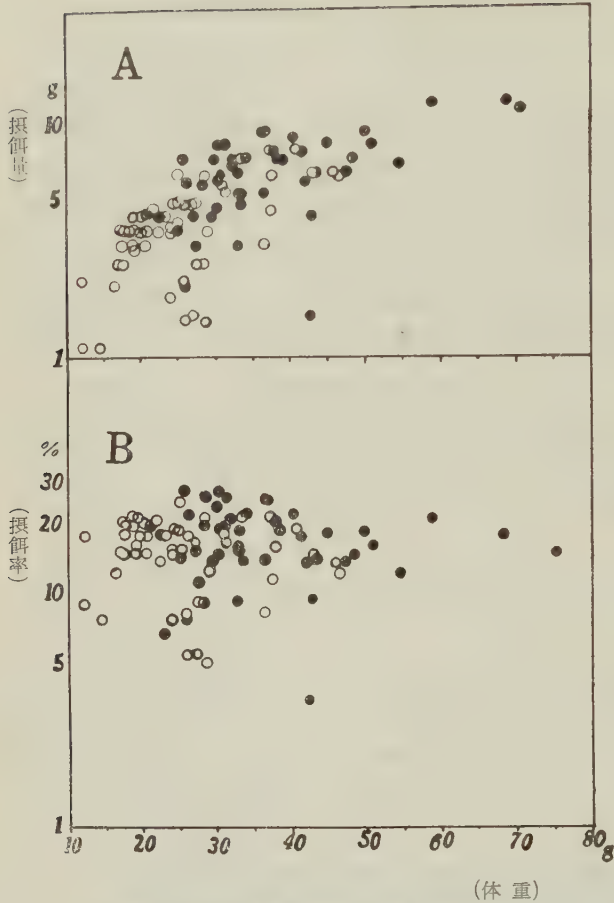
あつて、その壁面に 20 個のガラス張りの覗き窓（観測窓）があり、この窓を通して水中の様子を観察することが出来る。又プールの上には東西に移動す移動観測機が架けられており、この上からは希望する場所での観察が出来る様になっている（第 1 図）。このプールに収容したマサバは 2・3 日間は投餌することなく、その儘にしておき、その間時々その成群状態・游泳範囲を、時に極く少量のカタクチイワシを細切した餌を与えて摂餌活動の状況等を観察した。大体マサバは収容後 3 日目位から盛んに摂餌を始めるので、この頃干潮時に、網で魚群を囲んでプールの東隅に設置された活簀に追い込み、この中で更に 1・2 日餌付の訓練を行つた。この際摂餌の状況・落餌などに就いて観測窓からも観察した。活簀の大きさは 2 m 立方の木枠に上面を除いて全部の面を綿糸の古い網地（目合 20~25 節）で蔽い、特に前面丈けは魚の追込みや追出しが容易に出来る様に、網戸を上げたり下げたりする様に設計された。

餌付の度合を餌に飛び付く時間即ち投げた餌が水面に落ちてから魚に摂られるまでの時間一摂餌時間（狩谷 '56）によつて表示した。更に摂餌に伴つて起る行動範囲やその状況についても、予めプール上に張つた糸によつて、移動観測機の上から観測し乍ら位置付けして、これらを記録した。

結 果 及 び 考 察

絶食状態においたマサバが 1 回の摂餌活動で摂る量即ち飽食量について先ず述べる。実験の大半は体長 15 cm 台にモードを持つ群（体重で 30~35 g のものが多い）で行い、1 部には之れよりも若小型な、体長 13 cm 台にモードを持つ 1 群（体重で 20~25 g のものが多い）を使用した。餌はカタクチイワシを細切したもので、少量ずつ投餌し、それが全部摂られてから亦投餌するという具合に、残餌を出さない様留意した。この際最初の内はカタクチイワシの頭でも喰べてしまうが、次第に頭丈けの場合には見向きもしないで、活簀の底に落してしまうことから、或る程度捕食した後は餌の質の撰択を行う様である。ともかくこの様にして投餌していくと、サバ群の摂餌活動は次第に緩慢となつて、遂に大部分の餌を落してしまう。この様な状態に達した時を「群として飽食に到達した」と見做した。この時の摂餌量を体重別にその関係を示すと第 2 図 A となる。この関係はかなり個体によつて分散するが、傾向として体重の大きいものの方が多く摂餌し、その量の最大は 30~35 g のサバ群で約 8 g、20~25 g のサバ群で約 5 g となる。次に之れを摂餌率（摂餌量/体重×100）についてみると第 2 図 B の様に最大は両群共に 24~27% であるから、大体の飽食の限度を 25% と考えて差支えない。従つて上記の魚体の範囲では体の大きさによつて摂餌率には相違が認められない様である。これまでは最大量について述べたが、平均飽食量は体重 30~35 g のもので 4 g、20~25 g のもので 4 g となり、摂餌率では 18% ということになる。

次にサバ群に給餌量を充分な量から次第に減少させた場合に、与えた餌がどの様に分配されたかに就いて吟味する。約 200 尾収容した活簀で、午前満潮時に給餌後直ちに活簀から約 50 尾をタテですくつて、開腹して胃内容を測定した。1 回毎に魚を補充して約 200 尾に保ち、実験後は 1 日休んで次の実験に入つた。この実験には魚体の大きさの違つた 2 群を用い、1 群の群平均飽食量は 6 g、他の群は 4 g（既述）であるから、給餌量と収容尾数とから 1 尾当りの摂餌量を求め、この



第 2 図 摂餌量・摂餌率と体重との関係

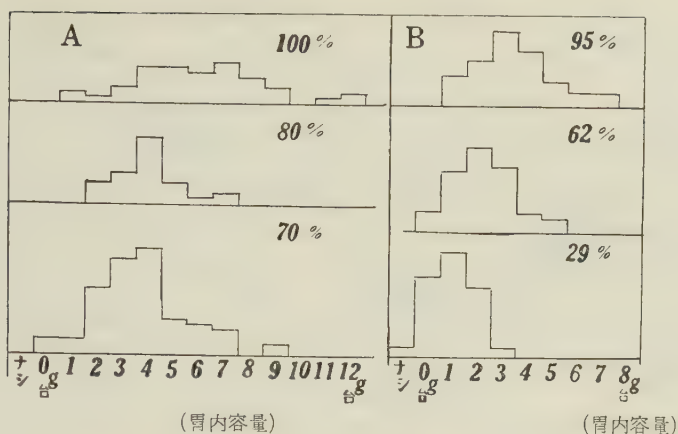
- A.....摂餌量 B.....摂餌率
 ○ 体長 13 cm 台モード群
 ● 体長 15 cm 台モード群

図は群の中で空腹魚の占める割合によつて起る摂餌状況の変化を示したもので、横軸に空腹魚 1 尾当りの摂餌量、縦軸にカタクチイワシの細片を 5 切れ投げ、それが水面に落ちてから全部摂られるまでの時間（摂餌時間）を秒時計で 10 回位測定した平均値である。投げられた餌は約 15 秒で池底に達する。この池底の餌はマサバは全く捕食しないので、最高摂餌時間を 15 秒に限定した。

群の成員全部が空腹の場合（100%）には、胃内容量（摂餌量）が 4g 附近に達するまでは 2 秒程度の短い時間で餌を摂ってしまうけれども、これ以上の胃内容量になると、その増加に伴つて摂餌時間も次第に長ひき、やがて最大摂餌時間を要し略々群飽食量に達する。同様の傾向は群の中で空腹魚 80%、飽食魚 20% の場合にも、空腹魚と飽食魚とが略々 50% の場合にもみられる。その違いは 2 秒程度で捕食する摂餌時間の持続する長さにみられ、それは空腹魚の割合が少ない程短くなっている。そして群が飽食に達する場合の投餌量（摂餌量）は全部が空腹の 100% の時の量に比して、50~60% の点で終つている事は興味深い。このことに就いて行動の面からみてみる。第 5

値と群平均飽食量との比をもつて、給餌量の多少を表わした。この結果は第 3 図に示す様に、どの回でも殆ど全部の魚が餌を捕食しており、給餌量が減少すると摂餌量もそれに伴つて低下している。更に群としての統制は給餌によつて全く破壊され、すべての魚は餌に集中する。この事柄からマサバ群では 1 部の魚丈けが偏つて餌をとる様なことはなく、殆どすべての魚に餌がゆきわたると考えて差支えない。この様な例はウナギでも知られている（江草・大島 '59）。

1 群 600 尾の マサバをこの プールに収容するとプールの壁に沿つて群泳する。この群を用意した 2 ケの活簀に別々に追い込み、一方の活簀のもの丈けに投餌して飽食させ、他の活簀のものには全く投餌しないでおく。次にこの 2 つの活簀を同時に開放すると、両者は合流して元の大きな群を作る。従つて自由に群の内での飽食魚と空腹魚との割合を変えることが出来るので、両者の混合割合の変化に伴う餌付状態及びその行動に就いて検討した。第 4

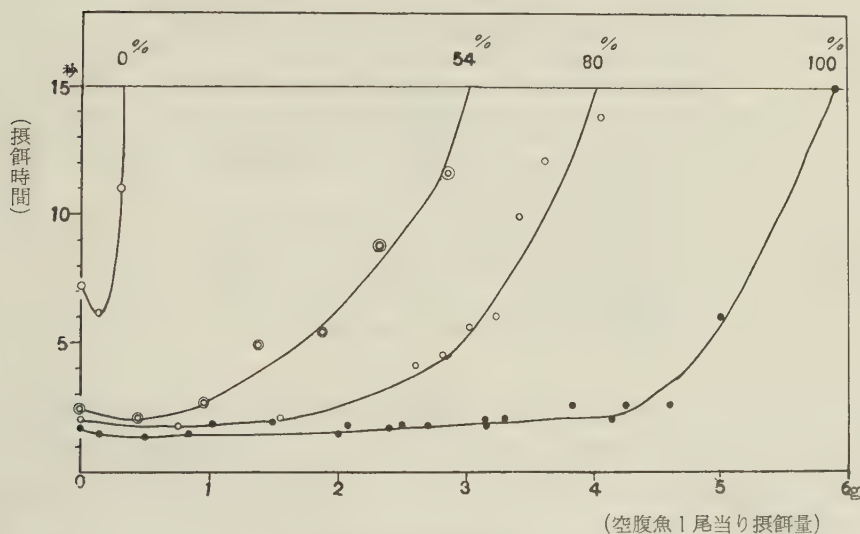


第 3 図 給餌量の多少による胃内容量のヒストグラム

A.....体長 15 cm 台モード群

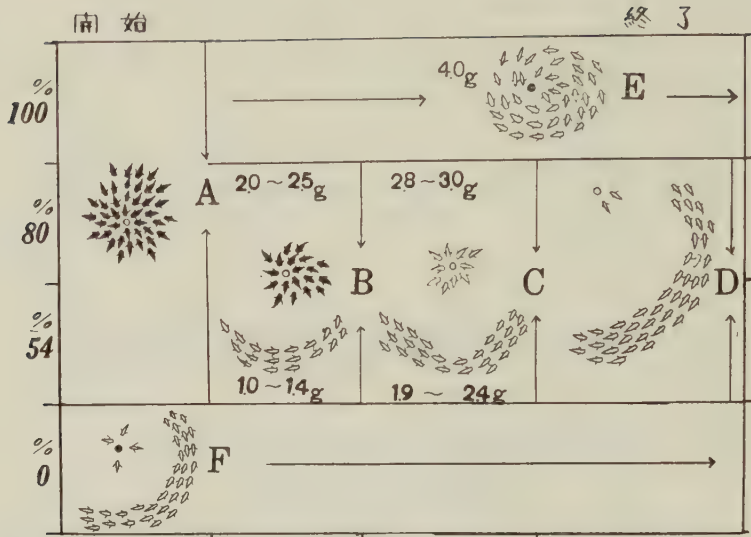
B.....体長 13 cm 台モード群

%は群れが飽食する量を 100 として、この値が小さくなる程給餌量が減少する。



第 4 図 群の内での空腹魚の割合によつて起る餌付曲線

図は群の中で占める空腹魚の割合と給餌量に伴つて起るマサバの群の餌に対する集まり具合を模式的に示したもので、左端の%は空腹魚の群での割合、図中の数字は 1 尾当りの摂餌量を示す。この模式図から判る様に、群の全員が飽食の場合 (0 %) には、その游泳層は深く、餌を群の中に投げると一寸驚いた様に散るが直ぐに元の状態の群をなし、餌が沈んでいつて游泳層附近に達すると数尾のものが餌を口から出したり入れたりして、弄ぶ。又群から少し離れた所に投げた場合には、時に数尾のものが集まる事もあるが、多くは之には見向きもしないで群泳する。群の内に 50 % 以上の空腹魚がいる場合には一般に表面近くを群泳し、投餌すると既述した様に群を乱して餌に集まり、2 秒程度の短い摂餌時間で捕食してしまうけれども、給餌量の増加に伴つて摂餌時間も長び



第 5 図 群の内での空腹魚の割合と給餌量に伴う集魚状態の模式図

左端の％は群れの内での空腹魚の割合 g は 1 尾当り摂餌量

- A…餌に群れをこわして全員が集まり、浅く泳ぐ
- B…餌に集まるものとその外側に殆ど餌に反応を示さないものが出現し、この外側の群れは一般に深く泳ぎ、時に餌場のもとと合流したりして不安定
- C…外側の群れは数を増して安定する。追餌群は少なくて不活潑、共に一般に深く泳ぐ
- D…殆どのが外側の群れとなり、殆ど餌に集まらない。一群となつて深く泳ぐ
- E…次第に游泳深度を増し、1 群となつて泳ぐが餌には全員が集まる
- F…追餌するもの極めて少なく、全般に深く泳ぐ

き、摂餌量が空腹魚 80％の場合 2.0～2.5g、空腹魚 54％の場合 1.0～1.4g に達する頃になると、餌を中心に集まる浅く泳ぐ索餌群とその外側にこれよりやや深みを泳ぎ殆ど索餌しない群とに分れるが、全体としては餌場を中心にして游泳している。この餌に集まらない群の出現時期は空腹魚の割合が多い程遅くなる傾向がみられる。又出現当初は索餌群と合流する事もあつて、群の分離もはつきりしないが、空腹魚 80％の場合で摂餌量 2.8～3.0g、54％で 1.9～2.4g 程度になると、餌に集まらない群は次第に数を増し、群としての分離がはつきりしてくる。

以上の結果から群の内での空腹魚の割合が少なければ少ない程、2 秒程度の短い時間で餌を摂っていく恒常的持続時間の長さが短く、しかも群の分離が早く出現する。従つて餌付の低下即ち摂餌時間が長びくということは、結局餌に集まる魚の尾数が減少し、或る程度餌を摂った魚は『餌へのヒキツケ』よりも『群へのヒキツケ』が強く働き、結果として群の分離が起つて、摂餌活動が不活潑となり、之に伴つて群全体としての摂餌量も低下することになる。カツオ釣で目まぐるしい程盛んに釣れる時がこの短い摂餌時間の時に、又釣獲状況の低調時が摂餌時間の長びく時に夫々該当すると考えられるから、群という社会的構造によつて、『餌へのヒキツケ』の強い空腹魚が群の内

で多ければ多い程、いつまでも餌場(釣の場)に足を留めて盛んな索餌活動を示し、餌付良好となる。この反対の場合には『餌へのヒキツケ』よりも『群へのヒキツケ』によつて群の分離が起り、早く摂餌活動が低下し餌付不良となる。この実験は相当広い空間のプールを使用したのであるが、プールの壁の影響によつて、群の分離後それが独立して餌場を離れ、之れに伴つて索餌群も行動を共にする点について明らかにすることは出来なかつたけれども、このことは餌付不良のカツオ群では、多くの場合直ちに船の周囲の餌場から離れてしまうが、常に魚群の先頭を押える様に、群と共に移動し乍らと釣ると疎ではあるが釣獲することが出き、その胃内容量の分布は、前報で述べた様に空胃のものからかなりの量捕食しているものまで、色々混つているが、多くのものは空胃や非常に少量の胃内容量のものである点から説明出来よう。従つて群の社会的構造によつて餌付は相当左右されることが明らかとなつた。

終りに色々御指導いただいた本研究所長木村博士並びに実験に際し協力いただいた本研究所八戸支所の丸山 潔(圭右)、佐藤祐二、渡辺光男、小滝一三の各技官を始め支所職員各位に対し深く御礼申し上げる。

参 考 文 献

- 江草周三・大島泰雄 (1959) ウナギの摂餌量 水産増殖 6 (4)
 堀田秀之・狩谷貞二・小川 達 (1959) カツオの餌付に関する研究 I 東北水研報告 (13)
 狩谷貞二 (1956) 魚の餌付に関する問題 水産増殖 4 (2)

ノリ糸状体の色素並びに酸素放出について*

佐 野 孝

ON THE PIGMENTS OF *CONCHOCELIS*-THALLUS OF *PORPHYRA* AND THE OXYGEN EVOLVED AT DIFFERENT ENVIRONMENTAL CONDITIONS

By

Takashi SANO

The investigation was made on the absorption spectrum of the pigments of *Conchocelis*-thallus in the shell and the quantities of oxygen evolved during illumination at different water temperatures, chlorinities or the concentration of nutrient salts of *Conchocelis*-thallus.

The results were :

- 1) The absorption values of the hydrochromes extracted from *Conchocelis*-thallus were 495~500 m μ , 540 m μ , 560~570 m μ , 620 m μ .
- 2) The absorption values of the chlorophyll, carotenoids measured in 90 percent ethanol solution were 435~440 m μ , 480 m μ , 660~670 m μ .
- 3) The absorption values of those pigments were almost identical to those of the extracted pigments from the laver-thallus.
- 4) Under the analogous experimental condition, the quantities of oxygen evolved during illumination decreased when the water temperature was over 30°C and at the chlorinity below 8‰ of the culture medium.
- 5) The concentration of nutrient salts in the culture medium might be adequate when the Phosphate-P was kept under 2 μ g-atoms and Ammonia-N or Nitrate-N were kept under 80 μ g-atoms in liter of sea water.

ま え が き

近年アマノリ類の生活環に関しては、新崎¹⁾(1952)・黒木²⁾(1953)・須藤³⁾(1954)・斎藤⁴⁾(1956)・山崎⁵⁾(1957)・尾形⁶⁾(1960)等の報告があり、糸状期の生態が究明されるに従い、糸状体の人工培養が行なわれるようになった。然し、ノリの人工採苗を目的とする糸状体の培養及び管理は、長時間を要することから、それらに関しては猶種々な問題があるように思われる。

著者はノリ糸状体の生育環境を解析する 1 方法として、糸状体の色素について測定を行ない、伊

* 東北海区水産研究所業績 第 157 号

と同等の同化作用に影響を及ぼす 2・3 の環境要因について、若干の知見を得たのでその結果を報告する。

試料並びに測定方法

A) 試料

実験に用いた試料はすべて室内培養の糸状体で、果胞子はすべてカキ殻の内面に播種し、貝殻の内面を上にして室内培養したものである。材料は昭和 33 年 4 月 29 日に宮城県雄勝湾口で採取した母藻(スサビノリ?)を使用し、栄養塩類を加えて培養した糸状体について、水溶性・脂溶性色素の吸収曲線並びに同化作用による酸素放出量の測定を行なった。

B) 色素の測定方法

1) 糸状体の水溶性色素

水溶性色素の抽出及び測定は、糸状体の穿孔した貝殻数枚をブラシでよく洗滌して附着物を除去した後、貝殻を粉末にし約 80 g を硝子瓶に入れ、蒸留水と数滴のクロロホルムを加えてよく振り、暗所に 7 日間放置して色素を抽出し、東洋濾紙 NO. 5 C で濾過した液を厚さ 1 cm のセルに入れ、日立製 EPU-2 型分光光度計で 450~650 m μ の吸光値を測定した。

2) 糸状体の脂溶性色素

脂溶性色素の抽出及び測定は、水溶性色素の測定と同様に貝殻粉末 2~3 g に、90% アセトン 10 cc を加えて、1 夜抽出した後、抽出液が無色になるまでくりかえし、全抽出液にエーテル 10~20 cc を加えて振り、更に蒸留水を加えて色素をエーテル層に移行させた。次にアセトン-水系を除去した後、エーテルを減圧で溜去し、残溜物に 90% アルコール 10 cc を加えて色素を溶解させ、水溶性色素の測定と同様に光度計で 400~700 m μ の吸光値を測定した。尚卵殻に穿孔した糸状体についても同様に測定した。

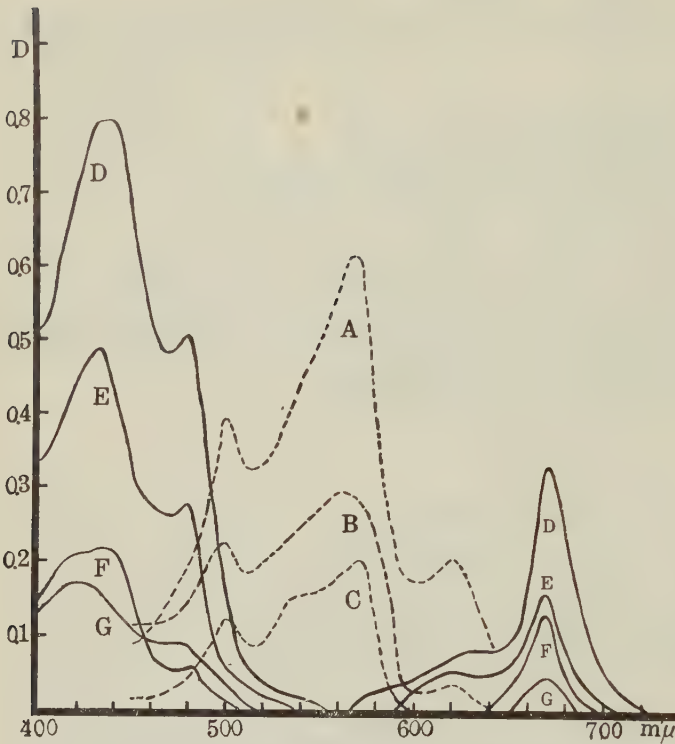
C) 糸状体の酸素放出量の測定

糸状体の穿孔した貝殻を海水でよく洗滌して附着物を除去した後、広口硝子瓶 (300 cc) 中に貝殻の内面を上にして 1 枚ずつ入れ、静かに培養海水を加えて口まで満たし、酸素瓶の蓋の様に斜めに切ったゴム栓で密閉した。次にこれを硝子水槽中に設置し、約 30 cm の距離から 100 W の電球を照射し 2 時間培養し、培養海水中の酸素量を Winkler 法で測定し、1 L 中の酸素量(cc)で比較した。

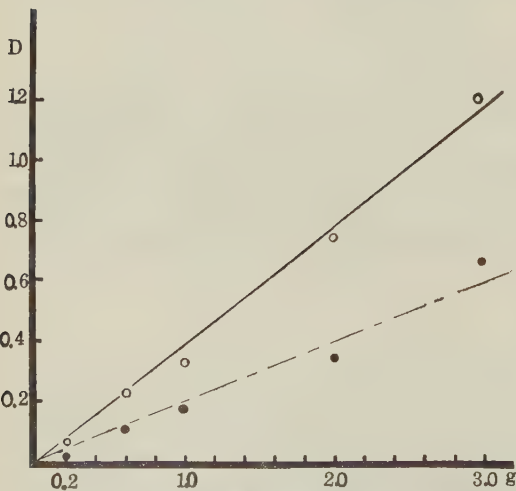
測定結果

A) ノリ糸状体の色素

先づノリ糸状体並びに藻体の水溶性色素及び脂溶性色素の吸収曲線を、それぞれ第 1 図に示す。糸状体は空気を送入しながら一定量の栄養塩を加え、約 3 ヶ月以上室内で培養したもので、貝殻の内面は一面に黒くなったものである。尚ノリ藻体は昭和 33 年 4 月 29 日、雄勝湾口で採取したもので約 0.2 g を使用した。



第 1 図 水溶性色素及び脂溶性色素の吸収曲線
 A・B・C……水溶性色素
 A・B……糸状体(貝殻)
 C……藻 体
 D・E・F・G 一脂溶性色素
 D・E 一糸状体(貝殻) G一糸状体(卵殻)
 F 一藻 体



第 2 図 貝殻粉末量と色素の吸光値との関係
 ○——435 mμ の吸光値
 ●——670 mμ の吸光値

1) 水溶性色素

室内培養した糸状体の水溶性色素の主要吸収値は、500 mμ・540 mμ・560～570 mμ 及び 620 mμ であった。これらの吸収値はノリ藻体の水溶性色素の吸収値に一致し、ノリの藻体と同様にフィコエリスリン・フィコシアンの存在を示すものと考えられる。

2) 脂溶性色素

ノリ糸状体の脂溶性色素の主要吸収値は、435～440 mμ・480 mμ・660～670 mμ であった。糸状体の脂溶性色素の吸収値は、水溶性色素の吸収値と同様に、ノリ藻体の脂溶性色素のピークに一致している。即ち、クロロフィル・カロチノイド系色素が主要成分と考えられる。

次に糸状体の穿孔した貝殻を粉末にし、その粉末量と脂溶性

色素の吸光値との関係は第 2 図に示すようになる。

脂溶性色素の 435 mμ 及び 670 mμ における吸光値は、いずれも糸状体の穿孔した貝殻粉末の量に比例して直線的となり、同一条件の貝殻粉末の一定量を用いて色素を測定することが出来る。この測定を用い糸状体の培養日数と脂溶性色素の吸光値についてしらべた。

糸状体は昭和 33 年 4 月 29 日にカキ殻に播種したものを、10 L 入の硝子水槽中で空気を送入し、海水の pH を 8.0～8.4 に調節しながら、一定量の栄養塩類を加えて室内で培養したものである。培養海水は時々松島湾内から採水した

海水と交換した。

培養日数と脂溶性色素の $435\text{ m}\mu \cdot 670\text{ m}\mu$ の吸光値 (D) は、第 1 表に示すようになる。

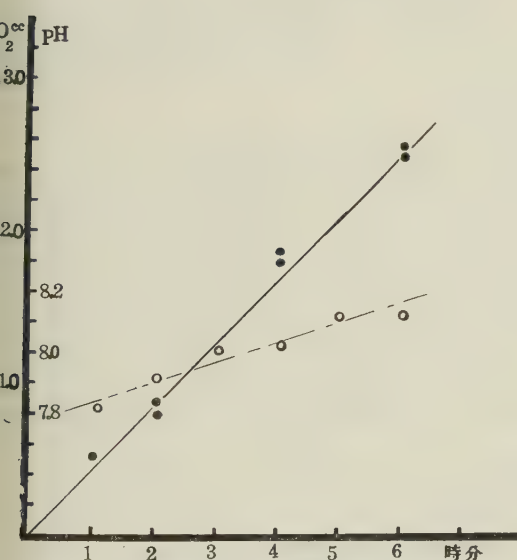
第 1 表 培養日数と色素の吸光値 (D)

培養日数	m μ	貝殻粉末量 (g)		0.2		0.5		1.0		5.0		7.0	
		435	670	435	670	435	670	435	670	435	670	435	670
1 ケ 月		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.04	—
2 ケ 月		—	—	—	—	0.04	—	0.11	0.02	0.18	0.05		
1 ケ 年		0.10	0.03	0.20	0.07	0.57	0.26						

れるが、糸状体が生長するに従つて、色素は増加することが考えられる。

B) 糸状体の酸素放出量

これらの結果、ノリ糸状体は藻体と同様に、クロロフィル・カロチノイド系色素並びにフイコエリスリン・フイコシアン等の色素の存在することが推察される。そこで糸状体の光合成による酸素



第 3 図 時間による酸素放出量と pH

● — 酸素放出量 (O₂ cc/L)
○ — pH

2) 水温の影響

夏季糸状体の人工培養を行なう場合、気温の上昇と共に培養海水の水温が高くなる場合が予想されるので、30°C 以下のそれぞれの各水温における酸素放出量についてしらべた。

水温による酸素放出量は、第 4 図に示すようになった。尚同時に測定した pH についても図示した。

培養後 1 ケ月経過した糸状体は、肉眼でようよう観察出来るようになったもので、貝殻粉末 5g 以下では色素は顕出されなかつた。然し 2 ケ月後には糸状体は可成り生長し、貝殻粉末 1g・1 ケ年後には 0.2g の粉末量で色素の測定が可能であつた。糸状体の色素量は貝殻に穿孔した糸状体数によつて、相異なるものと思

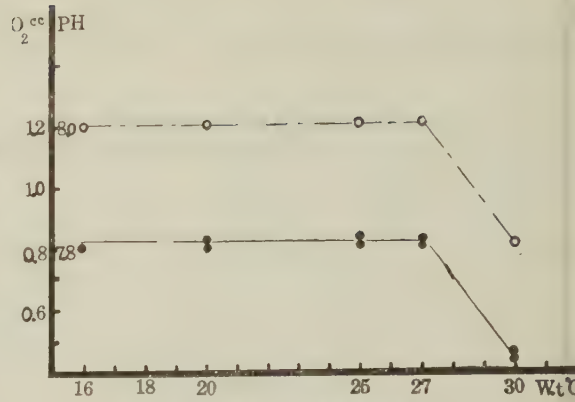
放出量について、水温・塩素量及び栄養塩による影響をしらべた。糸状体はいつも同一のものを使用して実験を行なつた。

1) 時間による酸素放出量と pH

先づ水温・塩素量による影響について述べる前に、沖合から採水した海水 (Cl 18.6%) を用いて、100 W の電球を照射し、水温 14°C における酸素放出量及び pH と時間との関係について検討した。

時間による酸素放出量と pH は、第 3 図に示したように、一定の培養条件では酸素放出量は、時間に比例して直線的となり、糸状体の同化作用によつて海水中の炭酸塩が消費され、pH は次高に高くなつたものと考えられる。

糸状体の酸素放出量は 16°C・20°C・25°C・27°C の各水温で 2 時間培養した場合には、培養海水中の酸素量はほぼ一定で変化は見られなかった。然し水温 30°C で培養した場合には、水温 27°C 以下よりも酸素の放出量は著しく減少した。尚 pH は水温 27°C 以下では、いずれも 7.8 より 8.0 に上昇したが、水温 30°C においては pH は上昇しなかった。

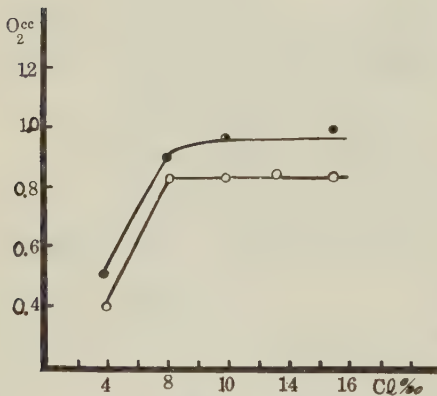


第 4 図 水温による酸素放出量と pH

●— 酸素放出量 (O₂ cc/L)
○— pH

3) 塩素量による影響

塩素量 18.0‰ の海水に 蒸留水を加えてそれぞれの濃度に希釈し、一定量の栄養塩類を加えて、水温 14°C で 2 時間培養した。糸状体は水温の影響をしらべたもの (—●—) と同一であるが、更に別の糸状体 (—○—) についても同様に培養を行なった。



第 5 図 塩素量による酸素放出量

塩素量による酸素放出量は、第 5 図に示すように、Cl 8‰ 以上では酸素の放出量はほぼ一定で変化がなかったが、Cl 4‰ 内外では酸素の放出量が急激に減少した。

4) 栄養塩の濃度による影響

塩素量 18.05‰ の海水中に、KH₂PO₄・NH₄Cl・KNO₃ をそれぞれ種々の濃度に加え、水温 17°C で 100 W の電球を照射して 2 時間培養した。

海水は松島湾内から採水したもので、Phosphate-P は 0.6 μg-atom/L・Nitrate-N は 4.0 μg-atom/L・Ammonia-N は殆んど顕出されなかった。

栄養塩の濃度を異にする場合の酸素放出量は、第 2 表に示すようになる。

第 2 表 栄養塩の濃度を異にする場合の酸素放出量 (O₂ cc/L)

栄養塩の濃度	μg-atoms/L							
	2	5	10	40	80	100	300	500
Phosphate-P	1.20	1.12	1.02	—	—	—	—	—
	1.25	1.13	1.04	—	—	—	—	—
Ammonia-N	—	—	1.00	1.36	1.60	1.00	0.92	—
	—	—	1.00	1.39	1.63	1.00	0.94	—
Nitrate-N	—	1.03	1.03	1.14	—	1.30	1.14	1.14
	—	1.05	1.05	1.16	—	1.30	1.16	1.16

先づ松島湾内から採水した海水を用いて、水温 17°C で 100 W の電球を照射して 2 時間培養した場合には、酸素の放出量は約 1 cc/L 程度であつた。この海水中に Phosphate-P、Ammonia-N・Nitrate-N として、第 2 表に示したそれぞれの濃度で、同一糸状体を使用して培養した。

この結果では、Phosphate-P として $2\mu\text{g-atom/L}$ 以上の濃度では、酸素の放出量は減少する傾向が見られる。Ammonia-N の場合は $80\mu\text{g-atom/L}$ の濃度までは、酸素の放出量は次第に増加したが、それ以上の濃度では酸素の放出量は減少した。Nitrate-N は Ammonia-N とほぼ同様に $100\mu\text{g-atom/L}$ 以上の濃度では、酸素の放出量は減少する傾向が見られる。

考 察

糸状体の色素の吸収曲線で見られる顕著なピークは、アサクサノリに固有な吸収帯と考えられる。即ち、水溶性色素においては $500\text{ m}\mu$ ・ $540\text{ m}\mu$ ・ $560\sim 570\text{ m}\mu$ 及び $620\text{ m}\mu$ 、脂溶性色素では $430\sim 440\text{ m}\mu$ ・ $480\text{ m}\mu$ ・ $660\sim 670\text{ m}\mu$ (90% エタノール溶液) で、ノリ藻体の吸収帯には一致する。前者は色素蛋白フイコエリスリン・フイコシアン・後者はクロロフィル・カロチノイド系色素と考えられる。従つて、ノリ糸状体は藻体と同様に、これらのクロロフィル・カロチノイド色素を主体として、光合成を営むものと考えられる。

糸状体の同化作用に影響を及ぼす環境要因中、水温・塩素量及び栄養塩の濃度について見ると、同一培養条件ならば、水温 30°C では糸状体の同化作用は阻害されるようで、夏季糸状体の培養はなるべく 30°C 以上に上昇させないことが必要のように思われる。

塩素量の濃度による影響は、 $\text{Cl } 8\%$ 以下では糸状体の同化作用は阻害されるようである。

ノリ糸状体の生長と塩素量の濃度に関して、新崎は $\text{Cl } 10\%$ 以下・斎藤は $\text{Cl } 11\%$ 以下ではいづれも糸状体の生長が遅れることを見ており、又尾形は chlorosity が 11.6 以下では、糸状体の生長がおさえられることを報告している。糸状体の生長は水温・光等によつても相異なるものと思われるが、特に春季には珪藻類の増殖・赤潮等の発生により、海水中の磷酸塩・窒素塩等の存在量は少なく、時には皆無になる場合もある。従つて、人工培養の際には糸状体の生長が遅れる可能性が考えられる。更に糸状体が生長するに従つて、培養海水中の pH は上昇し、炭酸塩・磷酸塩・及び窒素塩等は不足することも考えられる。

このような場合には、Phosphate-P として $2\mu\text{g-atom/L}$ 以下・Ammonia-N 及び Nitrate-N としては $80\mu\text{g-atom/L}$ 以下の濃度で、pH を調節しつつ培養することが適當のように思われる。

その他、有機質が多く亜硝酸塩等の含有量が多い湾内水で、長期間糸状体を培養した場合には、海水中の有機物の分解等により、亜硝酸塩・アンモニア塩等の増加となり、これと反対に海水中の酸素は消費され、糸状体に病害を起す可能性も考えられる。

従つて、長期間に亘る糸状体の培養・管理に関しては、これらの対策に対しても考慮すべきであろう。

摘 要

ノリ糸状体の水溶性色素及び脂溶性色素について測定し、糸状体の同化作用に影響を及ぼす水

温。塩素量並びに栄養塩の濃度について検討した。

- 1) 糸状体の水溶性色素の吸収帯は、495~500 $m\mu$ ・540 $m\mu$ ・560~570 $m\mu$ 及び 620 $m\mu$ であった。
 - 2) 糸状体の脂溶性色素の吸収帯は、435~440 $m\mu$ ・480 $m\mu$ ・660~670 $m\mu$ (90 % エタノール溶液) であった。
 - 3) これら糸状体の色素の吸収帯は、ノリ藻体の色素の吸収帯に一致する。
 - 4) 一定の培養条件では、水温 30°C 以上・塩素量 8 ‰ 以下では、糸状体の同化作用は阻害されるようである。
 - 5) 栄養塩の濃度は、磷酸塩として 2 μg -atom/L 以下・アンモニア態窒素及び硝酸態窒素 80 μg -atom/L 以下の濃度で、培養することが適当のように思われる。
- 終りに本文の御校閲をいただいた当研究所谷田専治博士・谷井潔博士に厚くお礼申上げる。

文 献

- 1) 新崎盛敏その他： 文部省科研費・総合研究報告集録（生物・農学）（1952, '53）
- 2) 黒木宗尚： 東北水研報告. **2**, 67, (1953)
- 3) 須藤俊造： 日水誌. **20**, (6) 494, (1954)
- 4) 斉藤雄之助： 日水誌. **22**, (1) 21, (1956)
- 5) 山崎浩その他： 日水誌. **23**, (4) 195, (1957)
- 6) 尾形英二： 日水誌. **26**, (14) 393, (1960)
- 7) 佐野 孝： 東北水研報告. **4**, 243, (1955)
- 8) ———： 東北水研報告. **5**, 64, (1956)

アマノリ類の糸状体の栄養繁殖とその増殖※

秋 山 和 夫

ARTIFICIAL MULTIPLICATION OF *CONCHOCELIS*-THALLUS OF *PORPHYRA*

By

Kazuo AKIYAMA

When nude filaments derived from carpospores of *P. pseudolinearis* are brought into contact with a shell, they penetrate the shell and develop into a *Conchocelis*-thallus.

When the shell heavily infected by *Conchocelis*-thalli is broken into small pieces (about 0.1~3 mm diam.), *Conchocelis*-thalli produce a nude filament outside the shell.

Thus it is possible to multiply a number of *Conchocelis*-thalli by placing small broken pieces heavily infected by *Conchocelis*-thalli on a sterile shell for more than five days.

アマノリ類の果胞子が貝殻等に附着した場合、その発芽管は直ちに貝殻に穿入するか或は暫く基質上を匍匐した後貝殻に穿入して糸状体 (*Conchocelis* 体) となる¹⁾³⁾⁴⁾。また貝殻中の糸状体が時に貝殻外にはみ出る事もあることが報告されている⁴⁾。

今回、裸の糸状体の貝殻への穿入の状態、貝殻外に出た裸の糸状体の再穿入について観察し、これを利用した糸状体の増殖についての実験を行った。

報告に先だち御指導と御校閲をいただいた当研究所黒木宗尚技官に厚く御礼申上げる。

実 験

実験に用いた材料はガラス上 (培養器底) 及びカキ殻上に 1959 年 12 月 6 日に果胞子付して得たウツブリイノリ *P. pseudolinearis* の糸状体である。又、裸の糸状体の穿入に用いた基質もカキ殻で、培養液は 70°C 前後に加熱した天然海水に 1 l 当り NaNO_3 を 0.05 g, Na_2HPO_4 を 0.01 g 添加したものを用いた。

(1) 裸の糸状体の貝殻への穿入

1960 年 4 月 25 日に培養器底の裸の糸状体の一部をピンセットで取り新しい貝殻上に置き実験を始めた。供試時の糸状体は長さ約 1~1.5~(2) mm 位に生長し各個体重り合つて夫々の個体は判別出来ず器底一面に桃色のフェルト状に繁茂生育していた。

15 日後 (5 月 10 日) の観察では裸の糸状体の先端が貝殻表面に達して直ちに貝殻内に穿入を始めているもの及び貝殻表面を匍匐後穿入しているものが多数認められた。穿入した糸状体の大きさは穿入部から先端迄の長さ 650 μ 位以下 穿入直後の微小のもの迄種々の大きさのものが認められ

温。塩素量並びに栄養塩の濃度について検討した。

- 1) 糸状体の水溶性色素の吸収帯は、495~500 $m\mu$ ・540 $m\mu$ ・560~570 $m\mu$ 及び 620 $m\mu$ であつた。
 - 2) 糸状体の脂溶性色素の吸収帯は、435~440 $m\mu$ ・480 $m\mu$ ・660~670 $m\mu$ (90 % エタノール溶液) であつた。
 - 3) これら糸状体の色素の吸収帯は、ノリ藻体の色素の吸収帯に一致する。
 - 4) 一定の培養条件では、水温 30℃ 以上・塩素量 8‰ 以下では、糸状体の同化作用は阻害されるようである。
 - 5) 栄養塩の濃度は、磷酸塩として 2 μg -atom/L 以下・アンモニア態窒素及び硝酸態窒素は 80 μg -atom/L 以下の濃度で、培養することが適當のように思われる。
- 終りに本文の御校閲をいただいた当研究所谷田専治博士・谷井潔博士に厚くお礼申上げる。

文 献

- 1) 新崎盛敏その他： 文部省科研費・綜合研究報告集録 (生物・農学) (1952, '53)
- 2) 黒木宗尚： 東北水研報告. **2**, 67, (1953)
- 3) 須藤俊造： 日水誌. **20**, (6) 494, (1954)
- 4) 斉藤雄之助： 日水誌. **22**, (1) 21, (1956)
- 5) 山崎浩その他： 日水誌. **23**, (4) 195, (1957)
- 6) 尾形英二： 日水誌. **26**, (14) 393, (1960)
- 7) 佐野 孝： 東北水研報告. **4**, 243, (1955)
- 8) ———： 東北水研報告. **5**, 64, (1956)

と思われ、独立した個体として生長出来るには穿入した糸状体の隔壁の形成等と関係があるのではないと思われる。

(2) 貝殻中の糸状体から裸の糸状体の発生と貝殻への再穿入

貝殻に糸状体を培養した場合、貝殻外に裸の糸状体が出るのは小さい基質に糸状体がよく繁茂するときにみられるようなので、貝殻中の糸状体を基質の貝殻ごと 2~3 mm 以下に細かに碎き新しい貝殻上にまいて実験を始めた。

実験は 1960 年 4 月 25 日に始めた。15 日後 (5 月 10 日) の観察では碎いた貝殻片からは多数の裸の糸状体の発生が見られた。この裸の糸状体は 3~5 μ 位の巾を有し、1 列の細胞からなり内に帯状又は板状の淡桃色の色素体を有し、少数分枝し、貝殻等に穿入しないときの果胞子の発芽体と変らない。発生した糸状体は長いもので 1~1.2 mm 位にまで生長し、その先端が新しい貝殻に達しているものでは再び貝殻内に穿入を始めているのが認められた。穿入後の糸状体の生長は (1) の場合と全く同様で 15 日後に貝殻の碎片を取去つた後も穿入部は生長を続けた。貝殻から発生する裸の糸状体の生長方向は上、下、横向き等各方向であり特に規則性は認められなかつた。

(3) 栄養繁殖を利用した糸状体の増殖

以上の様な実験から糸状体の増殖を計ることが出来るが、その実験例を以下に示す。

材料と方法： 糸状体の密生したカキ殻 (表面積 9 cm², 厚さ約 1 mm, 重量 3 g) 1 個を径約 3 mm 以下 (大部分 0.1~1.5 mm) の大きさに乳鉢で碎き、これを新しい貝殻を置いた直径 15 cm の円型硝子培養器中に出来るだけ一様になる様に撒いた。糸状体の繁茂したカキ殻の碎片は 1 cm² 内に 110~120 個位存した。実験は 5 月 27 日に始めた。

結果： (2) の実験と同様にカキ殻の碎片より裸の糸状体が発生し、これが新しい基質のカキ殻に穿入して糸状体を得たが、碎片をカキ殻上に放置する日数によつて着生数は異つた。即ち 1, 2, 3 日間のものでは新しい貝殻へ穿入を始めた糸状体はなく、5 日間のもので 1 cm² 当り 6.8 個体、8 日間のもの 53.2 個体、12 日間では 228.0 個体の穿入糸状体が認められた。経過日数が増すにつれて貝殻碎片から発生する裸の糸状体は多くなり、新しい貝殻面への穿入個体数も増加した。

考 察

以上の様に大きく生長した裸の糸状体又は貝殻糸状体の碎片を用いて人工的に栄養繁殖を行わせ増殖させることが出来たが、この性質は果胞子付の母藻の無い時期や他所から種類の異なる糸状体を移入する時等に培養数を増すのに利用出来る。又着生密度の調節、培養期間を短縮して培養の簡易化を図る上等にも応用出来る。

培養環境によつて差はあると思うが前記の実験から 1 cm² 当り 10 個体位の糸状体を作るとしてその碎片を 1 週間位放置することにより、使用した貝殻糸状体の約 100 倍位の貝殻に糸状体を増殖することが出来る計算になる。なお貝殻の碎片は回収すれば 2・3 回は使用出来るのでその数は更に増える。

なお貝殻碎片からの裸の糸状体の発生及び貝殻への再穿入はスサビノリ *P. yezoensis* でも見られた。

温。塩素量並びに栄養塩の濃度について検討した。

- 1) 糸状体の水溶性色素の吸収帯は、495~500 $m\mu$ ・540 $m\mu$ ・560~570 $m\mu$ 及び 620 $m\mu$ であつた。
 - 2) 糸状体の脂溶性色素の吸収帯は、435~440 $m\mu$ ・480 $m\mu$ ・660~670 $m\mu$ (90 % エタノール溶液) であつた。
 - 3) これら糸状体の色素の吸収帯は、ノリ藻体の色素の吸収帯に一致する。
 - 4) 一定の培養条件では、水温 30℃ 以上・塩素量 8‰ 以下では、糸状体の同化作用は阻害されるようである。
 - 5) 栄養塩の濃度は、磷酸塩として 2 μg -atom/L 以下・アンモニア態窒素及び硝酸態窒素は 80 μg -atom/L 以下の濃度で、培養することが適當のように思われる。
- 終りに本文の御校閲をいただいた当研究所谷田専治博士・谷井潔博士に厚くお礼申上げる。

文 献

- 1) 新崎盛敏その他： 文部省科研費。綜合研究報告集録 (生物・農学) (1952, '53)
- 2) 黒木宗尚： 東北水研報告. **2**, 67, (1953)
- 3) 須藤俊造： 日水誌. **20**, (6) 494, (1954)
- 4) 斉藤雄之助： 日水誌. **22**, (1) 21, (1956)
- 5) 山崎浩その他： 日水誌. **23**, (4) 195, (1957)
- 6) 尾形英二： 日水誌. **26**, (14) 393, (1960)
- 7) 佐野 孝： 東北水研報告. **4**, 243, (1955)
- 8) ———： 東北水研報告. **5**, 64, (1956)

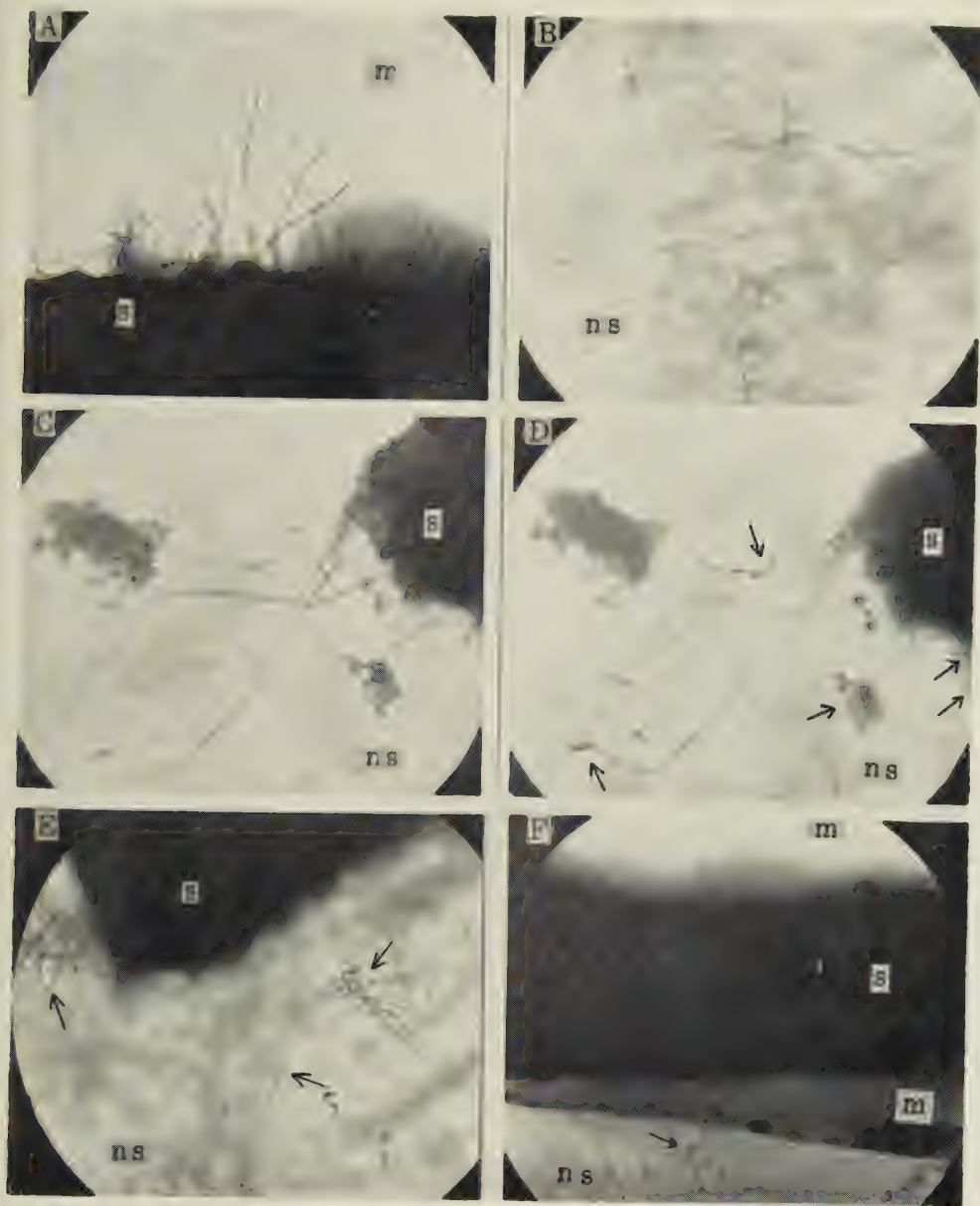


図 8 A. 貝殻糸状体碎片から発生した裸の糸状体、10日後 B. F. 新しい基質に穿入を始めた糸状体 B. 5日間貝殻碎片を重ねておいて培養、12日後 C. D. 碎片から数本の裸の糸状体を伸ばし (C) その先端が穿入を始めたもの (D)、4日後 E. F. 同 18日後、但し F は切断しておいたアコヤ貝に碎片をのせ培養したもの側面観、裸の糸状体は碎片の上にも下にも生長している. m. 培養海水 s. 貝殻碎片 ns. 新しい基質の貝殻 ↑印は穿入を始めた糸状体 A. B. E. F. $\times 70$ C. D. $\times 140$

塩釜湾の全窒素及び尿素態窒素の 周年変化に就いて*

川 崎 典 子

THE YEARLY CHANGE OF TOTAL N AND UREA-N IN SHIOGAMA BAY

By

Noriko KAWASAKI

1) The concentrations of total N and Urea-N in the sea water were surveyed at several stations in Shiogama Bay.

2) Total N and Urea-N were measured by the micro-Kjeldahl method and the improved diacetyl monoxime method respectively. In the latter method diacetyl monoxime was dissolved in 5 per cent acetic acid solution and the mixture of 60 per cent HClO_4 and 35 per cent HCl was also added. The experiment was carried out after the pH value of the test water was confirmed that it was within the pH range of 7 to 8, because this method is influenced by the concentration of hydrogen ions.

3) The following results were obtained in the course of the hydrographic observations conducted from November, 1958 to October, 1959.

A) The lowest concentration of total N at the bottom was 200 γ/L which occurred in January and February, and the highest content, nearly 2,000 γ/L , was observed in July. This phenomenon was especially remarkable near the open sea. At the surface nearly the same phenomenon as that of the bottom layer was observed.

B) The seasonal fluctuation of the Urea-N concentrations was small during the year and the range of values was nearly 100 to 200 γ/L or so. The high values over 500 γ/L resulted only at the bottom layers of the all stations in July and only at one station in April.

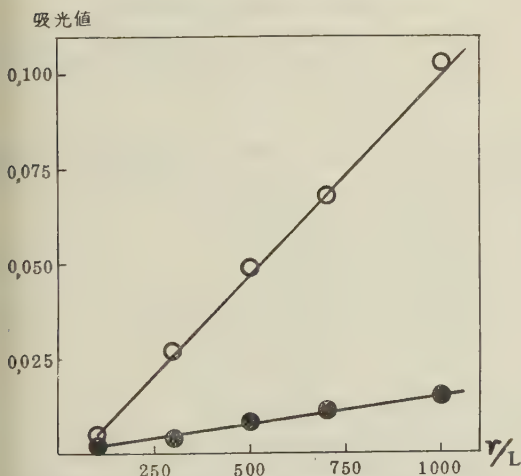
松島湾に於ては1月下旬から3月にかけて、ノリ葉体の黄変するのが通例である。これは概ね外洋に近い水面から始まり、内湾に向つて漸進する。この時期は陸水の流入が少い為もあるが、水温が低下するに従つて補給より消耗が多いためか、海水中の栄養塩は減少する。湾内海水中の一般栄養塩とノリの成育に関しては既に若干の記載がある。

著者は栄養塩の潜在的総量を示す要素としての全窒素、従来未報告の尿素態窒素、及び全磷の存

在量を湾内数ヶ所に於て調査した。その結果を報告する。

分 析 方 法

全窒素は水中に 1 mg/L 程度含有して居るにすぎないので、micro-kjeldahl 法により分解し、 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ を水に吸収、nessler 氏試薬による比色定量を行つた。尿素態窒素は血液や尿中の尿素を定量するに多く用いられる。Diacethyl monoxime 法を改良して用いた。これは尿素を含有する試水に diacethyl monoxime を加え、酸性液中で反応させ、呈色を光電比色計で比色する。改良前の方法は試水 3 cc に 35 % 塩酸 5 cc と 3 % diacethyl monoxime 水溶液 0.5 cc を加え、沸騰水中で 10 分間加熱発色させる。この方法で実験を行うと、発色がピークに到達してから 10~15 分間で褪色が始まる。これは同時に数多くの試料を調査するには不向である。又第 1 図に 100~1000 γ /L の吸光値と濃度の関係を示したが、Beer の法則に従つて直線上にあるが、濃度の変化に伴う吸光値の差が小さい。水中の尿素の様に 100~500 γ /L 程度の含有量と考えられる試料では、その比色が困難であろうと思われる。著者はそのために試薬を氷醋酸酸性にし、塩酸を過塩素酸との混液として用いた。その結果第 1 図の様に較差がいくらか多くなり、褪色の始まるのも 10 分程遅い、20~25 分後に始まる様になつた。



第 1 図 Diacethyl monoxime 法とその改良法の各吸光値

—○— 改良法 —●— 元の方法

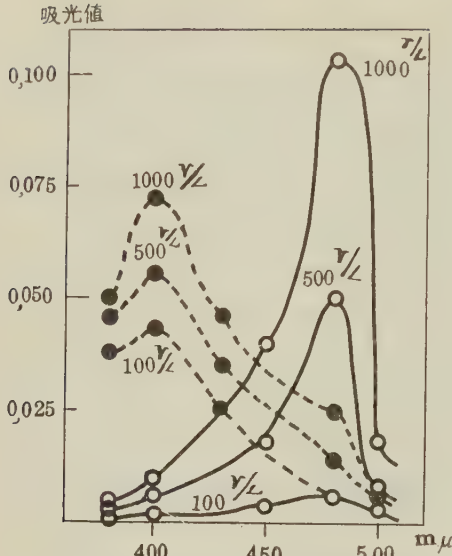
著者の方法は、試水 3 cc に 5 % 醋酸水溶液で溶解した、1 % diacethyl monoxime の 1 cc と、60 % の過塩素酸 1 cc と 35 % 塩酸 4 cc の混液 1.5 cc を加え、湯浴中で 30 分間は 80°C に加熱発色させ、後流水により 2 分間冷却し、直ちに比色する。但この方法による測定は直射日光により吸光値が大きく減衰するから注意を要する。又この図に於ける吸光値測定には 10 mm のセルを用いた。

第 2 図 A は蒸溜水と海水について得られた吸収曲線であるが、蒸溜水の際は 400 $m\mu$ に海水では 480 $m\mu$ に最大の吸光値が測定された。第 2 図 B では窒素量と吸光値の関係を示したが Beer の法則に従っている。

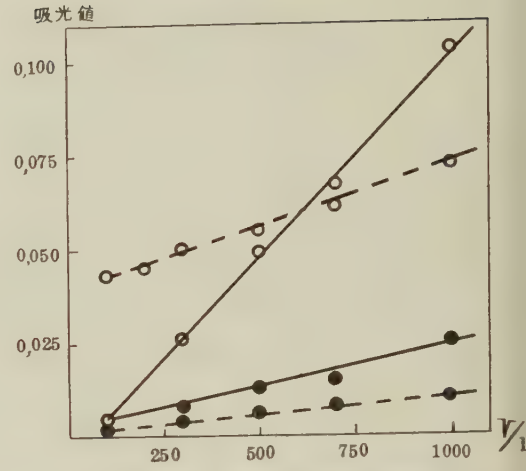
この実験の海水は 1 年以上貯蔵された Cl 18.74 ‰, pH 7.1 で空試験で尿素を認めなかつた外洋水を用いた。

この 400 $m\mu$ と 480 $m\mu$ の違いが先ず塩類によるのではないかと考え、前記外洋水を 1/2, 1/4, 含む試水 (それぞれの pH 7.1, 7.0) を造り、それに 100, 500, 1000 γ /L になる様に尿素態窒素を加えて実験した結果その吸光の極大値は 480 $m\mu$ に存在し、元外洋水と変化がなく、且つ塩類誤差も認められなかつた。その結果を第 1 表に示す。

又、海洋観測法に準じて作製した人工海水 (pH 5.5) は 400 $m\mu$ に極大値が見られた。この結果から塩類以外の影響が考えられる。次いで緩衝溶液を用いて pH 4~8 迄、イオン強度 0.05 の各



第2図A 試水と吸光波長の関係
 —○— 外洋水 ---●--- 蒸溜水



第2図B 窒素量と吸光値の関係

—○— 外洋水 480mμ --○-- 外洋水 400mμ
 —●— 蒸溜水 480mμ --●-- 溜蒸水 400mμ

第1表 尿素態窒素の吸光値

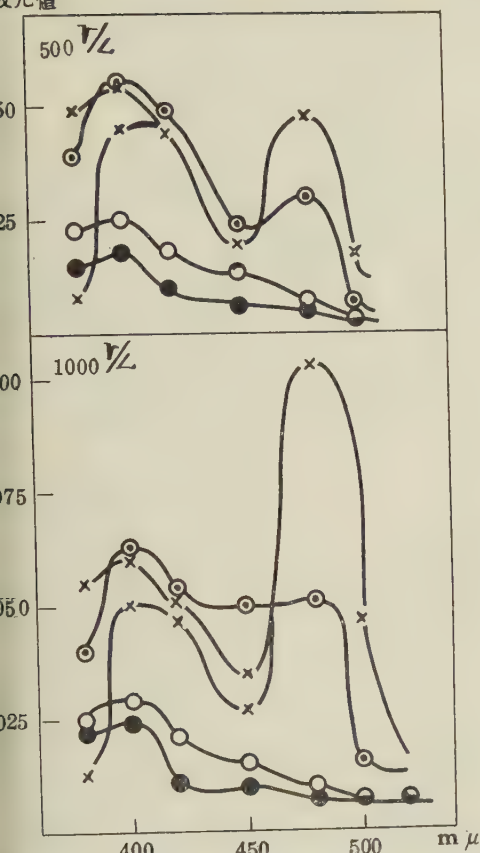
	波 長	γ/L 100	γ/L 300	γ/L 500	γ/L 700	γ/L 1000	pH
外洋水のみ各量の窒素を加えた場合	380	0.001	0.002	0.003	0.003	0.005	7.1
	400	0.002	0.004	0.006	0.008	0.010	
	450	0.004	0.012	0.018	0.028	0.040	
	480	0.005	0.024	0.049	0.067	0.103	
	500	0.002	0.006	0.009	0.013		
外洋水を1/2含む試水に各量の窒素を加えた場合	380	0.002	0.003	0.004	0.004	0.005	7.0
	400	0.001	0.003	0.005	0.007	0.009	
	450	0.004	0.012	0.021	0.028	0.040	
	480	0.005	0.027	0.050	0.067	0.103	
	500	0.002	0.006	0.009	0.013	0.018	
外洋水を1/4含む試水に各量の窒素を加えた場合	380	0.002	0.002	0.003	0.004	0.005	7.1
	400	0.002	0.003	0.004	0.006	0.008	
	450	0.007	0.014	0.021	0.028	0.039	
	480	0.007	0.028	0.049	0.068	0.101	
	500	0.006	0.009	0.011	0.014	0.018	

種試水を作り、測定した結果第3図を得た。

pH 4~5では400mμにのみ極大値が見られ、pH 6~8では400mμと480mμの2ヶ所見られる。又400mμの山はpHが高くなるにつれて低くなり、480mμの山は高くなる。第4に示した様にpH 7~8では480mμの測定は殆ど1定値となる。

人工海水に就いても同様で、先にpH 5.5の時は400mμに極大値が見られたが、これに炭酸ススを吹込みpHが6.8, 7.1, 8.1になった時に調べた結果を第5図に示した。pHが6.8の時は衝溶液の時と同じく2つの山が見られるが、7.1~8.1になると400mμの吸光極大値がごく低くなる。480mμでpH 7~8の範囲では何れの時も変化のない高い吸光値を示した。

吸光値



第 3 図 イオン強度 0.05 で各波長に於ける吸光値
pH 4.....● pH 5.....○
pH 6.....◐ pH 7, 8.....×

これらの結果から pH の影響が大きい事を知た。著者の取扱う試料水は pH 7~8 前後がいが、塩釜湾の場合も pH がこの範囲をはずない事を先に確かめてから、480 mμ で比色析を行った。

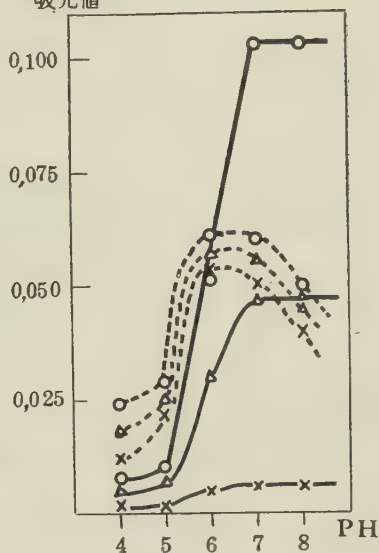
観 測 地 点

塩釜湾の観測は 1958 年 11 月から翌 59 年 10 迄行つた。観測地点は第 6 図に示す通り、塩釜港への水路と養殖場内を通る水路から、計 5 所を選んだ。

St. 1 は東北水研の地先で都市廃水及び加工

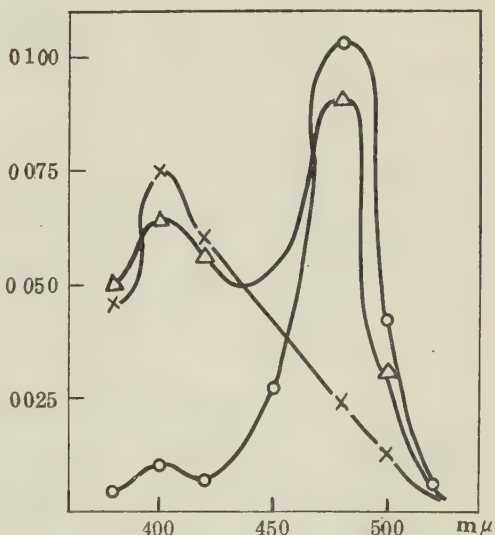
処理水等汚水の流出個所に近く、相当の影響も受けて居ると思われる地点。St. 2 は真山堀運河

吸光値



第 4 図 イオン強度 0.05 の試水の
各 pH による吸光値

----- 400mμ ——— 480mμ
○..... 1000γ/L △..... 500γ/L
×..... 100γ/L



第 5 図 各種 pH の人工海水で尿素態窒素を 1000 γ/L 含む試水の波長による吸光値の変化

—○— pH 7.1~8.1 —△— pH 6.8
—×— pH 5.5

の入口でその影響の考えられる地点。St. 3 は代々崎水道から塩釜港内への入口。St. 4 は養殖場内の水路。St. 5 は養殖場のうち外洋水の流入が多い地点である。

採水操作

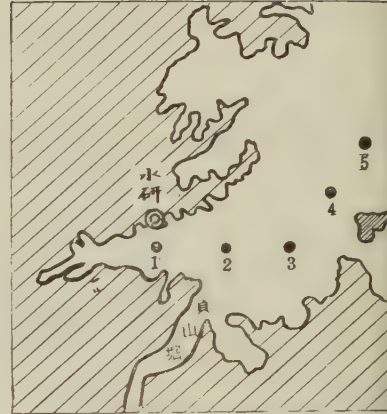
実験は採水時に水温を測定、帰所後直ちに pH, 比重、尿素態窒素を分析した。腐敗其の他から経日変化が起ると思われるので、pH, 比重、尿素は採水当日中に分析を終り、全窒素、全磷酸も同日中に分解の操作にかゝる等変化が少なくて済む様努力した。

全窒素

調査の結果全窒素は第2表の様な溶存量を示した。

第2表 全窒素含有量表

表層	採水地点	1	2	3	4	5
	採水月日	γ/L	γ/L	γ/L	γ/L	γ/L
水	1958年11月22日	1200	740	1180	560	640
	12月17日	1700	1400	1400	1500	820
	1959年1月31日	870	1000	500	390	364
	2月27日	1260	165	420	200	110
	3月28日	2000	1665	1350	1140	840
	5月8日	1080	1120	1220	920	1340
	6月6日	1350	1250	1365	740	1420
	7月10日	1760	1920	1650	1680	1920
	8月4日	800	768	1420	1670	1670
	9月14日	1950	1980	1330	1570	1580
底層	10月6日	930	1400	755	800	520
	1958年11月22日	960	460	1280	640	660
	12月17日	1500	1000	1300	1400	1400
	1958年1月31日	550	695	640	485	184
	2月27日	170	235	185	265	260
	3月28日	1660	1250	750	1200	710
	5月8日	980	800	880	1220	900
	6月6日	1000	820	900	1000	920
	7月10日	1800	1550	1480	1760	1560
	8月4日	800	1380	1040	1230	1670
水	9月14日	1250	1750	1000	1550	1370
	10月6日	440	740	515	830	448



第6図 観測地点

この表のうち各地域の特徴を表していると考えられる。St 3, 5 を第7 A, B に図示するこの図によれば表層、底層共に St 5 で典型的に示される。即ち 11 月から 12 月に向い少し増して居るが、1 月・2 月に激し、3 月から 7 月にかけて急に増加する。7 月には平均し年間最大量を示し、8 月から 10 月に向つて減少する。

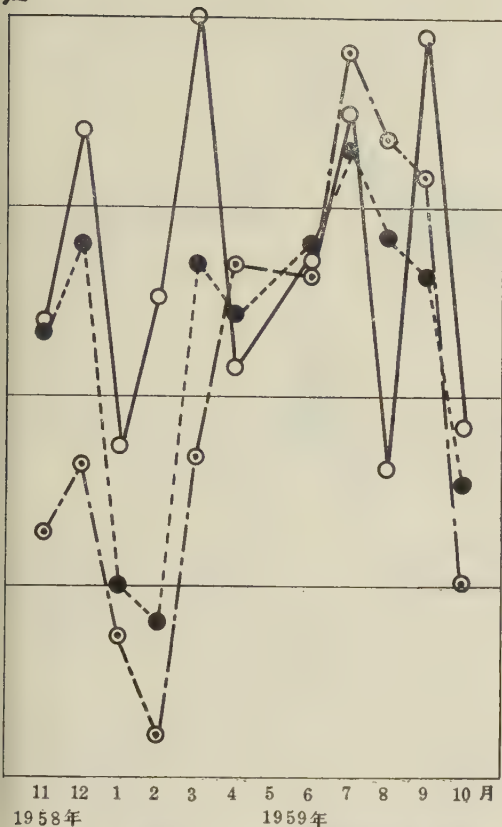
表層と底層を比較すると 4 月から 6 月にかけて St 1, 3, 5 等に於いて表層水の全窒素量、底層水のそれより多い事が注される。St 毎に見ると調査

前半に於いては St 1 の方が概ね St 5 より多い。しかし後半の 4 月から 10 月にかけては St 5 方が多く溶在する場合も見られる。又 3 月に St 1 の表層水は年間最大の溶存量 2000 γ/L の値を得た。この時の底層水の全窒素量も極めて多かつた。この地点は年間を通じて 1000 γ/L 以上の有量の時が多い。

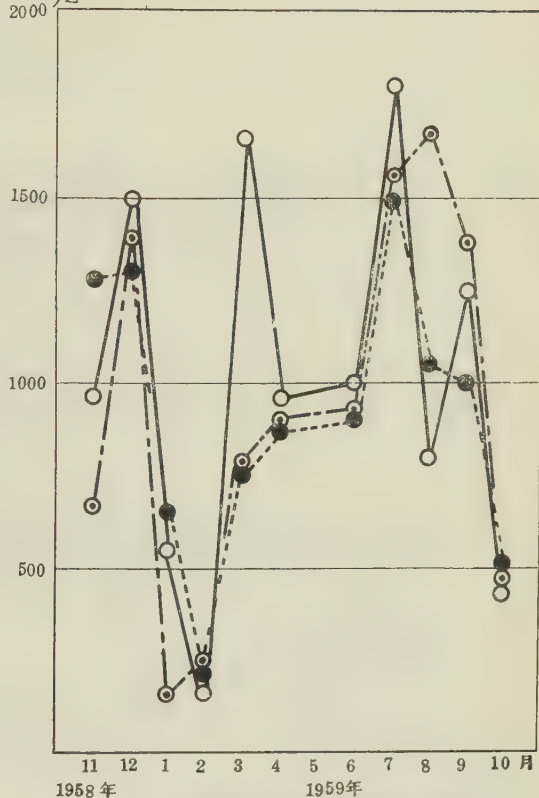
尿素態窒素

第8図は尿素溶存量の年間変動であるが、年間の変動は割合に少なく、概ね 100 γ/L ~ 200 γ/L の値をとつている。全窒素量の少ない 1 月、2 月にも著るしい変動は見られなかつた。然し 7 月特に多く 500 γ/L から 600 γ/L も溶存している。

γ/L



γ/L



第 7 図 A 表層水に溶存する全窒素量の年間変動

第 7 図 B 底層水に溶存する全窒素量の年間変動

—○— … St 1 —●— … St 3 —◐— … St 5

4 月観測時の St 4 の底層のみが特に多い、550 γ/L の観測値を示している。この原因は明らかでないが、或いは採水時の不調のために底土を捲き上げてしまい、いくつかの浮土と共に採水したの、静置してその上澄みを取り実験に供したための影響もあるかもしれない。pH, 比重, 水温等に附近と差が見られず、全窒素がいくらか多い値である。

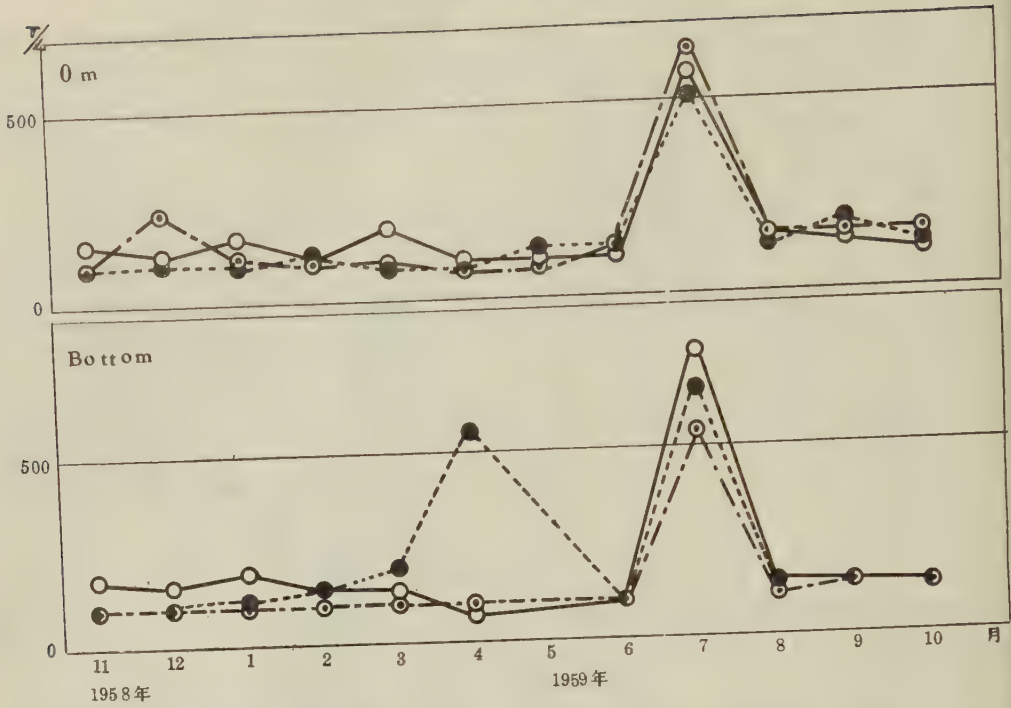
全 磷

全窒素と同時に全磷を分析したが、全磷は全窒素とは全く同じ様な年間変動をした。

第 9 図にその結果を示す。又 N/P は 4～5 の場合が多く、相関係数は表層で +0.60, 底層で +0.73 である。この結果から窒素と磷の相互関係は表層、底層共に有意である事が認められた。

考 察

奥田・佐藤氏³⁾によれば St 1 の附近では潮汐、流入水、其の他に原因する変動が大きいと報告されている。その事から St 1 の結果は他の St と同一視は出来ないかもしれない。しかし本観測の窒素含有量の変化から考えると、塩釜港で 11 月～12 月は外洋に近い水面でも良い品質のノリが



↑ 第 8 図 尿素態窒素の年間変動

—○— ... St 1 --●-- ... St 4
 ---●--- ... St 5

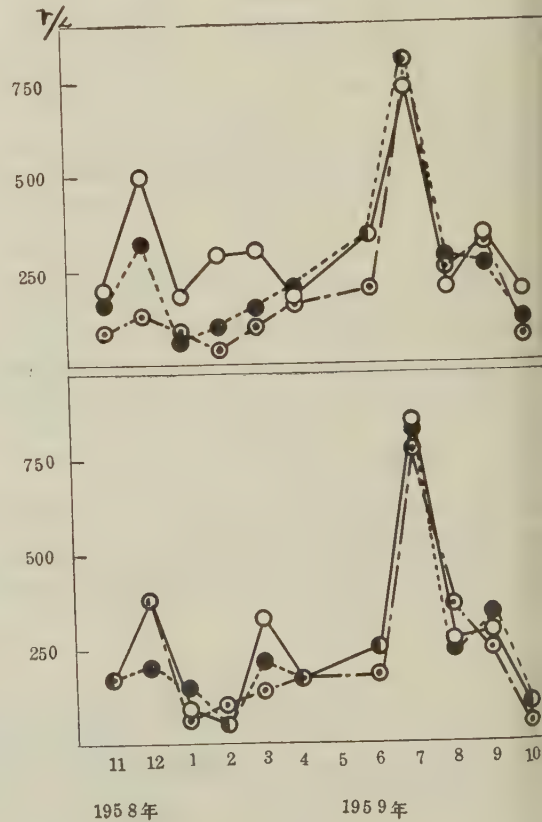
第 9 図 全燐の年間変動 →

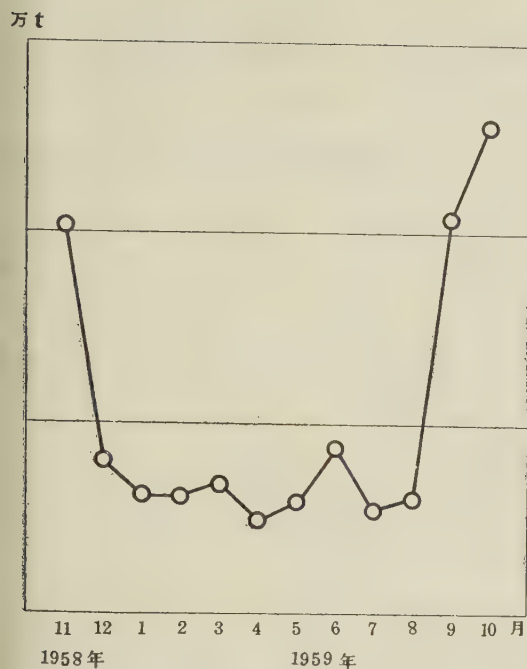
—○— ... St 1 --●-- ... St 3
 ---●--- ... St 5

採取出来るが、1月末からは黄変のために湾奥に主養殖場が移動するのは一般的傾向として首肯出来る。St 1 だけ窒素の多い原因は、恐らく水産加工場、都市廃水等によるものが多いと思われる。この事は例えば佐野氏の資料⁴⁾によると、同地点附近で採水日時は異なるが、11月下旬に 200 γ/L から 700 γ/L のアンモニア態窒素を含有して居るからも伺える。尚他の地点では 20 γ/L から 60 γ/L が通常である。

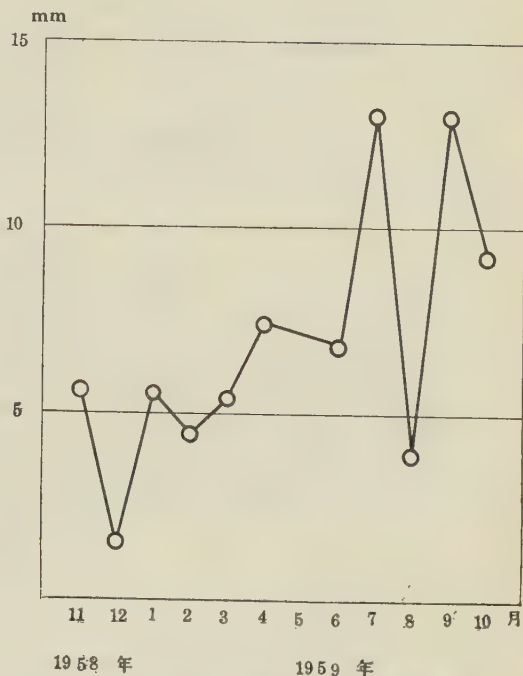
以上の考察に関連して塩釜港の月別水揚高、及び塩釜、松島の降水量図を示す。

この降水量は各月の観測前の総降水量を各





第 10 図 塩釜港月別水揚高



第 11 図 塩釜、松島の月別平均降水量

日数で平均したものである。その結果と全窒素含有量を比較した時、11月から3月迄と4月から10月迄に大別出来る。そして4月から10月の窒素は降水量に左右されたのか同じ様な変動をしている。これは St 1 の様に流水口に近い地点程はつきり表れている。11月から3月迄の窒素は降水量の変動と異り、其他の原因もある事を思わせる。

次に尿素であるが、1ヶ年のみの観測であるために変動の原因をはつきりする事は出来ないが、年間変動が割合少ないにもかかわらず7月に特に高い値を得ているのは、7月観測前の多雨により、地表にあつた尿素態窒素の流入による影響もあるのではあるまいか。

又、水揚高ではサンマの時期（9月から11月）の特に多い時を除くと、6月がやゝ多い事、この時期は水温も高くなりつゝある事、等も原因の一部になり得る可能性が考えられる。これらの諸点は今後の研究によつて明らかにして行きたい。

総 括

- 1) 海水中の全窒素及び尿素態窒素の存在を塩釜湾内数地点で調査した。
- 2) 全窒素は micro-kjeldahl 法により、尿素態窒素は diacetyl monoxime 法を改良して用いた。これには醋酸酸性の diacetyl monoxime 溶液と、過塩素酸と塩酸の混液を用いたがこの方法は pH が影響するので試水は pH を確めてから実験を行つた。

- 3) 1958年11月から59年10月迄の観測では

A) 全窒素は外洋に近い水面では1月2月に最少く $200 \gamma/L$ を、7月に最高の $2000 \gamma/L$ 程

度の含有量であつた。市街地・魚市場に近い地点ではこれらの結果は若干の偏差が見られた。

B) 尿素態窒素は年間変動が少く、 $100\sim 200\ \mu\text{g/L}$ の時が多い。7月の観測時の全地点、及び4月観測の1地点の底層が $500\ \mu\text{g/L}$ 以上の高い値を示したのみであつた。

本報告について種々御指導を戴いた、利用部長谷井博士、採水の労を惜しまれなかつた増殖部菅野技官に厚く御礼を申上げる。

文 献

- 1) 佐野 孝: 東北水研報告, **5**, 243-261, (1955).
C. Matsudaira, H. Iwasaki: Tohoku J. Agr. res. **3**, 277-291, (1952).
- 2) H. L. resenthal, Analytical chemistry, **27**, 1980-1982, (1955).
市川重春: 衛生化学, **4**, 25-29, (1957).
- 3) 谷田・奥田・佐藤: 東北水研報告, **9**, 165-181, (1957).
- 4) 佐野 孝: 東北に於ける海苔の病害防除に関する試験研究報告, **1**, 32-46, (1959).
- 5) 奥田泰造: 東北水研報告, **2**, 109-125, (1952).

チリー地震津波による塩釜港内の 水質変化について※

谷田 専治・佐野 孝・菅野 尚・川崎 典子

CHANGE OF THE SEA WATER PROPERTIES IN SHIOGAMA HARBOUR BY THE CHILE SEISMIC TUNAMI

By

Senji TANITA, Takashi SANO, Hisashi KANNO
and Noriko KAWASAKI

The Pacific coast of Japan was struck by the Chile Seismic Tunami on May 24h, 1960. A great deal of damage was done to institutions on land, shipping and oyster rafts in Shiogama Harbour. At the same time, tidal wave and irregular tides stirred up the bottom of this harbour. Besides, a part of Shiogama City was covered with polluted water, and the City- and factory-sewages flowed into the harbour with ebb tide. As the result, the Shiogama Harbour was entirely flooded with muddy and polluted water on May 24th and 25th, and many fishes such as eels, gray mullets, gobis and shad were killed. Irregular ebb and flow could be observed until May 27th.

We have already reported on the conditions of this harbour, in general and after heavy rainfall. This work was undertaken on the occasion of the Chile Seismic Tunami for the purpose of determining the influences of environmental factors on the properties of the sea water of this harbour. The survey was carried on from May 25th to June 30th, at three stations along the sea route (Fig. 1). The observations were made on the weather conditions, water temperature, chlorinity, pH, transparency, settling volume of suspended mud, oxygen saturation, hydrogen sulfide, Silicate-Si, Phosphate-P, Ammonia-N, Nitrite-N, Nitrate-N and Urea-N: these data are given in Table 1. The results are summarized as follows:

The transparency, settling volume of suspended mud, oxygen saturation, Nitrite-N and Nitrate-N of the sea water differed remarkably as compared with the general conditions. The suspended mud increased at all of the whole stations, so the transparency decreased conspicuously, and higher transparency was observed at the inner part than at the mouth of this harbour. It is probable that this phenomena was influenced by the mechanical action of tidal wave and irregular tide on the bottom of the channel area (Fig. 1). The oxygen saturation decreased with increased decomposition of organic matters

at all of the whole stations (Fig. 7). The Nitrite-N, Nitrate-N and Urea-N also remarkably increased, thus it seems likely that these nutrients were dissolved in water from the bottom muds and also contained in the polluted water drained from the land (Figs. 12, 13 and 14). There was hardly no increase in the Silicate-Si, Phosphate-P and Ammonia-N (Figs. 9, 10 and 11). The increase of these soluble nutrients seems likely to be indicative of the extent of dissolution from the bottom muds of this harbour by vibrations. Further, their vertical distribution of irregular stratification perhaps was influenced by the mixed action of the tidal wave.

The sea water properties of Shiogama Harbour influenced by the Chile Seismic Tsunami rapidly returned to the normal state on May 28th. After May 29th they were confused by rainfall.

ま え が き

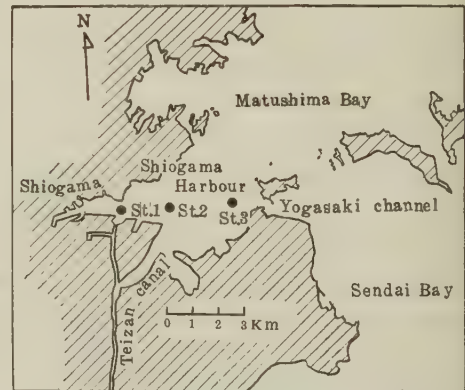
1960年5月24日、太平洋沿岸を襲ったチリ地震津波は、塩釜港内の養殖施設・船舶、港奥部一帯の陸上施設に大きな被害をもたらしたが、同時に港内の海水は津波とそれに引き続き来襲した反射波の影響によつて、自然の大規模な攪拌作用を受けた。特に津波の来襲当日は、港内一面泥海水状を呈し、ウナギ・ハモ・ハゼ・コノシロ・フグ・ボラ等の魚類が浮上し、斃死するものが大量に認められた。

塩釜港内の海水については、先に一般的性状¹⁾、及び大雨後の性状²⁾を報告した。この報告は塩釜港内の性状調査の一環として、海自体の偶発的な特異現象によつて形成された港内の水質の状況と、その恢復の経過を調査したものであり、津波来襲の翌日、即ち5月25日から6月30日までの約1ヶ月間にわたり、12回の観測を行なつた結果について報告する。

調 査 方 法

調査地点は第1図に示すように、塩釜港の入口から港奥部にかけての直線上に St. 1 (港奥部)、St. 2 (港中央部)、St. 3 (港入口) の3地点を設け、各調査点の表層と3m層及び St. 1 の海底附近の水質を調査した。

港奥部の St. 1 は魚市場・造船場及び塩釜市街部からの廃水・汚水と、中之島附近の水産加工場からの廃水が、貞山運河につながる水路から流入し、常時汚れた海水が存在する位置にあつている。水深は5~6mである。港中央部の St. 2 は貞山運河の開口する附近にあつて、干潮時には汚れた海水が表層を覆う場合が多い。水深は6~7mである。港入口の St. 3 は代ヶ崎水道部にあつて湾外部と海水の交換が行なわれ易い位置にある。水深は8~9mである。



第1図 調査地点

調査時刻は上潮時に行なうことを原則としたが、止むを得ない理由によつて、5月29日、6月3日、11日、16日の調査は下潮時或は最干潮時に行なわれた。

調査は気象、水温、塩素量、pH、透明度、浮泥・プランクトン沈澱量、溶存酸素、硫化水素、Silicate-Si, Phosphate-P, Nitrite-N, Nitrate-N, Ammonia-N, Urea-N について測定した。この内、浮泥・プランクトン沈澱量は2l入採水瓶に採水した海水を24時間放置し、この中に含まれる浮泥量・プランクトン沈澱量を同時に測定したが、この両者を分離して測定することの困難な場合があつた。Urea-NはDiacethyl monoxineの改良法によつた。他は総て海洋観測の常法によつた。

調 査 結 果

各調査地点の水質分析の結果は第1表に示した。また調査期間中の気温・降水量を第2図に示した。

1 透 明 度 (第3図)

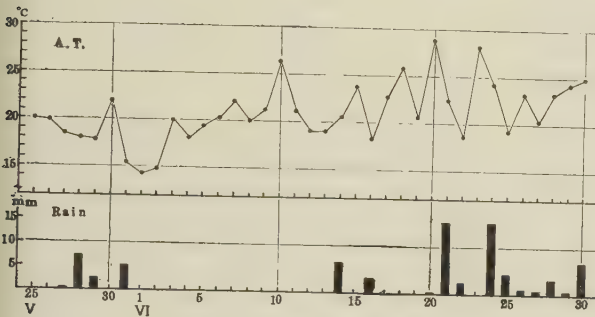
5月27日まで港内の海水は反射波によつて不規則に移動し、特に水道部の入口は異常な干満が絶えずみられる状態にあつた。

5月25日から27日までの透明度は、この期のものとしては低いものであり、25日、26日の測定値は、大雨後の透明度 $50\sim 60\text{cm}^2$ に比しても、なお低い値を示している。またこの間の透明度は港奥部のSt. 1が大きく、港入口附近のSt. 3が小さい傾向をもち、27日にはこれが特に著るしかつた。この状態は一般的な状態、即ち港入口附近が大きく、港奥部が小さくなる傾向とまったく逆な状態にある。この状態は29日以降港内の干満が正常にもどり赤潮が発生すると共に普通の状態に恢復している。

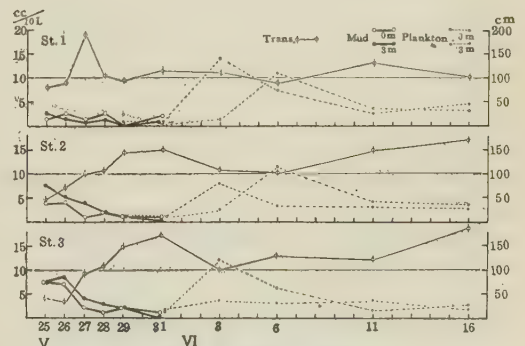
2 浮泥・プランクトン沈澱量 (第3図)

浮泥量は5月25日、26日を最大値として漸次減少し、31日以降においてはほとんど測定出来ない。この値は港奥部St. 1から港入口部のSt. 3に向つて増加する傾向があり、当然のことながら、この期間の透明度の低下現象の原因となつたものである。津波及びその反射波による干満の不規則な繰り返しは、狭い水道附近で機械的作用を増大させ、海底を強く攪拌するために、このような状態を呈したものと思われる。このような例は津波以外には認められない。

プランクトン沈澱量は5月29日以降6月30日まで測定した。5月25日から28日までは、そ



第2図 気温及び降水量



第3図 透明度及び浮泥・プランクトン沈澱量の変化

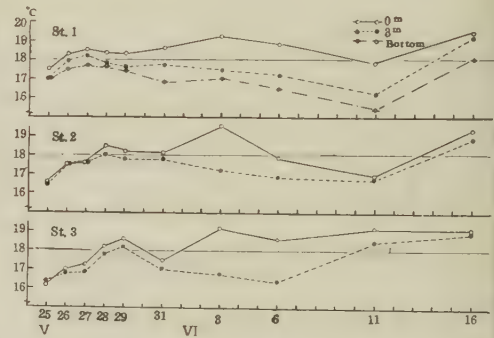
の出現量は少なく測定出来なかつた。5月27日頃から港内の海水は緑褐色を帯び、*Skeletonema* 及び鞭毛虫類の発生が認められ、6月3日～6日には港内は完全な赤潮状態を呈し、以後6月30日まで引き続きこの状態が続いている。

塩釜港内の赤潮の発生は、しきしき観察されているが、この調査期間中の赤潮発生の原因となつたものが、津波に直接原因するものか、或は28日、29日の降雨による陸上からの栄養塩類の流入によるものかは判断に苦しむが、津波によつて流入した港奥部の汚水と、攪拌によつて溶出した栄養塩類が、この赤潮発生の一原因となつていていると考えても差しつかえあるまい。

なお大雨後のプランクトンの異常発生で *Euglena* を認めたが²⁾、この調査期間内の赤潮には認められなかつた。

3 水温 (第4図)

塩釜港は水深が浅いため、一般に夏期の短期間を除いて、表・底層の温度差がみられないのが普通である³⁾。5月25日から29日までは海水の温度差が、地点間及び表・下層間に少なかつたのは、5月末の気温が17°～20°Cで変動も少なく、また津波及びその反射波によつて海水の混合が著るしかつたことに原因するものであろう。6月中は気温の急激な上昇によつて表層と下層間に大きな温度差が認められるが、これは夏の一般的な状態である。



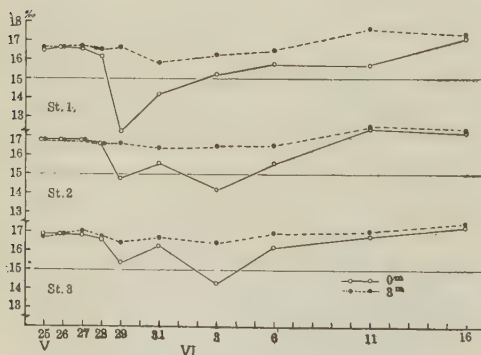
第4図 水温の変化

4 塩素量 (第5図)

塩釜港内の塩素量の分布は、下潮時においては表層から2m層までは港の入口附近まで低鹹水が張り出し、満潮時にはこれが港奥部、或は運河の上流に押し込められ、港内の表層はかなり高い塩

素量の分布を示すのが通例で、St. 1から港奥部は干満時とも低鹹水が分布することが比較的多い¹⁾。

この調査で、5月25日から28日までの期間には、表・下層間、及び港奥部のSt. 1から港入口附近のSt. 3にかけて塩素量の分布には殆んど差が認められないのは、上潮時に調査したことにもよるが、水温と同じように海水の混合作用が原因していると考えられる。また塩素量も比較的高い値を示しており、港外水との交

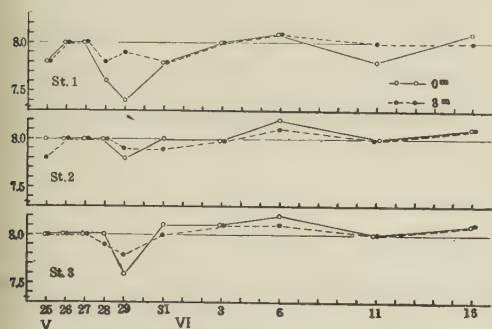


第5図 塩素量の変化

換がかなりあつたものと思われる。

5月29日以降は、淡水の流入によつて表・下層間と、港奥部St. 1から港の入口St. 3にかけ

ての分布に著しい差を生じているが、これは雨量の多い夏期に常にみられる状態である。



第6図 pH の変化

発生によるものである。

6 溶存酸素 (第7図)

この時期の溶存酸素は、満潮時には St. 1 から港の入口附近までの水域は 90% 程度の値を示し、*Skeletonema* 等の増殖がある時には、 KMnO_4 消費量の大きい表層部で過飽和の状態を示すのが普通である¹⁾。

5月25日から28日までの酸素飽和量は、St. 1 では 27~52%，St. 2 では 24~67%，St. 3 では 47~69% の値を示し、淡水の流入のあつた 29 日には表層部は著しく減少し、St. 1 と St. 3 の表層では 20% の値を示している。5月25日から28日までの溶存酸素は、この時期のものとしては少い値であり、1958年度の同時期の調査においては⁴⁾、これらの地点で 78~102% の値を示している。29日の表層における溶存酸素の著しい低下は、降雨によ

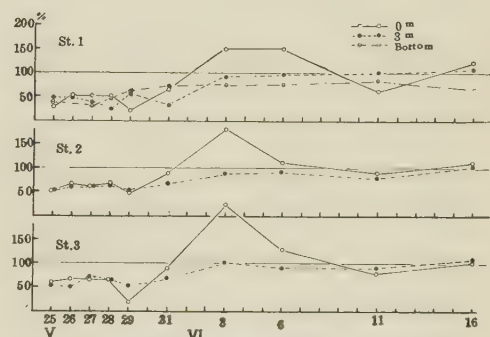
る淡水の流入により、陸上からの有機物を運び込むと共に、これらの分解によつて酸素の消費が行なわれたことと、調査が干潮時に行なわれたことに原因するものであろう。29日の St. 3 の表層における溶存酸素の著しい低下は、潮時にもよるのであろうが、津波によつて強く攪拌された St. 3 附近の環境と関係があるようにも思われる。なお 29日は St. 2 を挟んで溶存酸素・透明度・硫化水素・Phosphate-P 等の測定値が、St. 1 と St. 3 の両端においてほぼ同じ高い値を示し、あたかも性質の異つた水塊が St. 2 の附近に潜入しているかの如き様相を呈している。このような状態は 6月11日にも認められることから、最干潮時にみられる現象と考えられる。

5月31日以降においては、赤潮の発生により溶存酸素は急激に増加し、過飽和の状態を呈している。

5 pH (第6図)

塩釜港内の pH は、溶存酸素量と同様に、流入する陸水、有機物の分解状態、或は赤潮の発生によつて左右されるが、一般に高い値を示す傾向がある。

5月25日の St. 1 の表層及び 3m 層、St. 2 の 3m 層の pH は 7.8 とかなり低い値を示しており、津波に影響されたものと考えられるが、28日までの pH は、この港の通常値である。5月29日以降の pH の変動は、淡水の流入、赤潮の



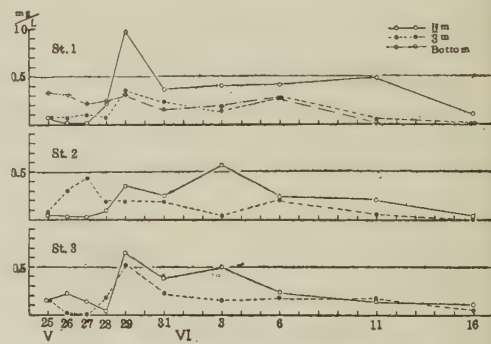
第7図 酸素飽和度 (%) の変化

反射波の影響時の溶存酸素の減少は、硫化水素量によって示される被酸化物量及び常に密接な関係のある pH の値と一致しないが、Nitrite-N, Nitrate-N, Urea-N 等によって示されるような陸上或は海底からの汚水の流入に伴う有機物の分解によって消費されたもので、明らかに津波に伴う現象である。また垂直分布においても、St. 1 の 25 日に示されるように、下層よりも表層に少ない状態や、表・下層間にはほとんど差のない分布状態も、酸素消費層の異常な干満による変化に基づくものであろう。

7 硫化水素 (第 8 図)

塩釜港のように汚れた海水が常時存在し易い条件にある水域にあつては、海水中に硫化水素以外の亜硝酸塩・第一鉄塩・フェノール類還元性有機物等の沃素を消費するものが、可成り多量に含まれていることが考えられるから、この調査で測定した硫化水素の値は、これら被酸化物の総和とみるべきである。

硫化水素量は津波の反射波によつて異常な干満が認められていた時期には、透明度・浮泥量と同様に、表層では港の入口附近の St. 3 に多く、港奥部の St. 1 にかけて少なくなる傾向を示している。また St. 1, 2 では表層から 3m 層にかけて減少し、最下層では再び増加する傾向をもつが、St. 3 ではこれと逆の傾向を示している。これは St. 3 附近の海底の攪拌状態と関係するように思われる。5 月 29 日から 6 月 3 日までは調査が最干潮時に行なわれたことを考慮しても、降雨によつてもたらされた陸水が影響して、各調査点の被酸化物量を増加させたものであろう。6 月 3 日以降においては、St. 2, 3 とも硫化水素量は減少する傾向を示すが、St. 1 では前 2 点に比して高い値を保持し、この附近一帯に赤潮が発生している。



第 8 図 硫化水素の変化

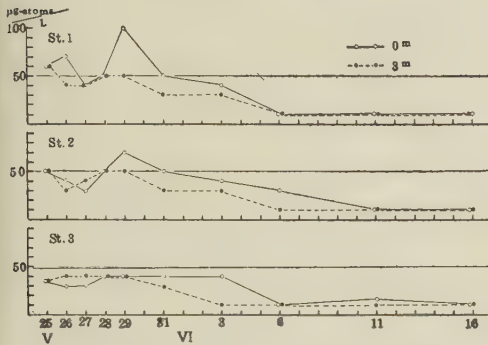
先の報告¹⁾²⁾においては港内の汚れの傾向を KMnO_4 消費量を用いて調査したが、一般に KMnO_4 消費量の分布は、汚水・廃水の供給の立地的条件を反映して St. 1 以奥の水域は干満時共に高い値を示している。また大雨後の調査においては、港奥部の表層は普通時の 2~3 倍の高い値が測定されており、出水に伴う種々の被酸化物の流入を表わしている。

この調査の硫化水素の分布が、反射波の影響していた時期の表層で、港奥部の St. 1 が低く、港の入口附近の St. 3 に高い値を示すことは、 KMnO_4 消費量で示された汚水の一般的分布と逆であり、この時の浮泥量・透明度と同じ傾向を示している。またこの時期の硫化水素量は、5 月 29 日以降の測定値と比較してかなり低い値を示しており、被酸化物量が他の可溶性栄養塩の増加に比べて少ないことも、津波によつてもたらされた現象と考えられる。

6 月 3 日以降の硫化水素の分布傾向は、 KMnO_4 消費量の分布と同じ傾向を示しており、これはこの港内の一般的な被酸化物の分布状態と思われる。

8 Silicate-Si (第9図)

Silicate-Si の分布は、降水量、干満によつて影響されるが、塩釜港内の5～7月では、70～100



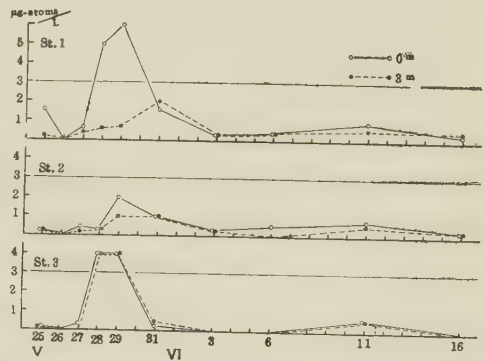
第9図 Silicate-Si の変化

$\mu\text{g-atoms/L}$ の高い値が測定されており³⁾、1958年の同時期の調査でも16～100 $\mu\text{g-atoms/L}$ の値を示している。この調査における Silicate-Si の値は、この港内では普通に測定される値である。反射波によつて影響されていた時期の St. 2, 3において、表層よりむしろ下層に多く分布する傾向は、一般には流入する陸水に関係して表層に多く分布する傾向と逆であり、攪拌による海底からの溶出、或は混合によるものと考えられる。5月29日の Silicate-Si

の増加は陸水の流入に影響されたもので、表層における pH, 塩素量の低下と一致している。この Silicate-Si の増加は、赤潮の発生と共に各地点とも減少している。

9 Phosphate-P (第10図)

この時期の塩釜港内の Phosphate-P は、0.6～2.1 $\mu\text{g-atoms/L}$ が測定されており³⁾⁴⁾、他の栄養塩類と同様に港奥部ほど存在量は多くなる傾向を示している。この調査においては、陸水の流入があつた5月28日・29日及び6月下旬を除けば、その値は一般的なものであり、特に津波によつて影響されたと考えられる特異な値は測定されなかつた。しかし5月28日・29日の著るしい Phosphate-P の出現を、津波によつて港深奥部が攪拌され、更にこれが市街部に浸水した結果、降雨によつて流入するものが増加し、このような高い値を示したと考えることが出来る。この著るしい出現量は、赤潮の発生と共に急激に減少している。



第10図 Phosphate-P の変化

なお Phosphate-P の消長は Ammonia-N の消長とは似た傾向があるが³⁾、この調査でも同じ傾向が認められている。

10 Ammonia-N (第11図)

塩釜港内の Ammonia-N は、8・9月～12月までの26～86 $\mu\text{g-atoms/L}$ の高い値を示す時期とそれ以外の14 $\mu\text{g-atoms/L}$ 以下の低い時期に、その消長は明確に区別されている³⁾。1958年のこの調査と同時期の観測においても、港内は3.5 $\mu\text{g-atoms/L}$ 程度の低い値を示している。このような結果からみて、この調査期間中の Ammonia-N の値は、陸水の流入のあつた5月28日～31日

の著るしく高い値を示した時期を除いて、普通にみられる存在量であつたと考えられる。その出現・消長については、Phosphate-P と同じことが考えられる。

11 Nitrite-N (第 12 図)

Nitrite-N の消長には季節的な週期性はなく、直接に流入する污水・廃水或は外洋水によつて影響される。

この調査においても、津波の影響していた時期と、降雨による陸水の流入があつた時期には、かなりの Nitrite-N が測定され、その分布は港奥部の St. 1 から港の入口の St. 3 に向つて減少する傾向を示している。5月25日～27日の Nitrite-N の出現は、津波によつてもたらされたものであり、海底の攪拌、陸上からの污水の流入に原因するものであろう。28日・29日の陸水の流入に影響された Nitrite-N の著るしい増加は、赤潮の発生と共に減少している。

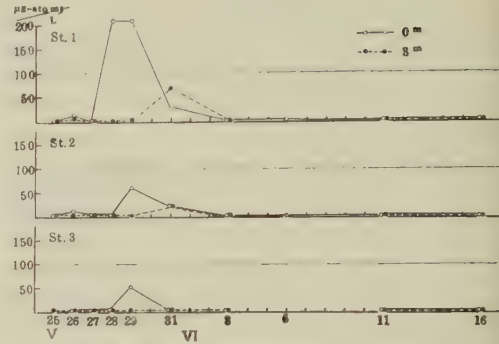
12 Nitrate-N (第 13 図)

Nitrate-N は Nitrite-N と同様に、季節的な週期性はなく、出現量及びその変動も少いが、降雨に伴う陸上からの淡水の流入によつて増加する傾向がある³⁾。

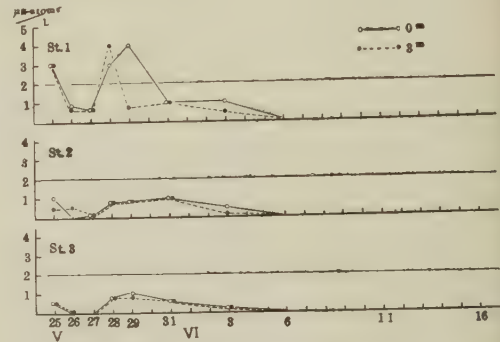
この調査における Nitrate-N の出現は、Nitrite-N と同様に、津波と降雨によつて影響されたものであり、その分布・消長も Nitrite-N と同じ傾向をもっている。

13 Urea-N (第 14 図)

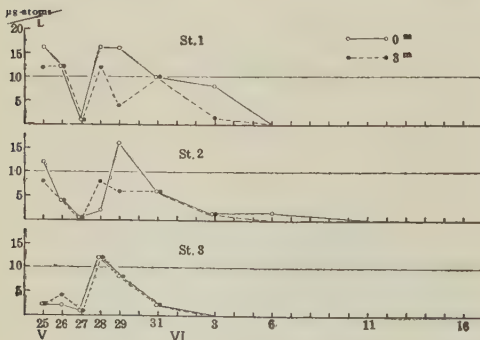
Urea-N も Nitrite-N, Nitrate-N と同様に、季節的な週期性はなく、塩釜港内の 1959 年度の



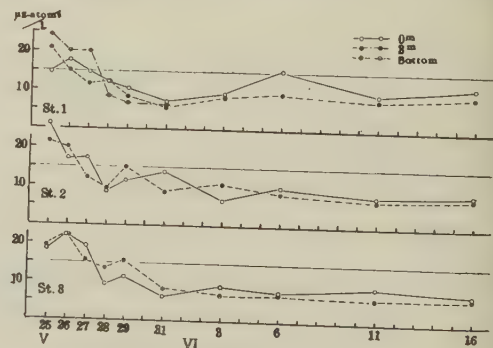
第 11 図 Ammonia-N の変化



第 12 図 Nitrite-N の変化



第 13 図 Nitrate-N の変化



第 14 図 Urea-N の変化

調査においては $7\sim 14\ \mu\text{g-atoms/L}$ が普通の状態と考えられている⁵⁾。

この調査において津波の反射波の認められていた時期の $14\ \mu\text{g-atoms/L}$ 以上の高い値は、明らかに異常な攪拌に原因するものであり、降雨による陸水の流入があつても、その存在量はほとんど影響されていないことを考えると、その出現が主に海底土の攪拌によつたものと考えることが出来る。5月28日以降の Urea-N の状態は、この港内での普通の状態と考えられる。

総 括

チリ地震津波によつて影響された塩釜港内の水質を、津波来襲の翌日、即ち 5月25日から6月30日まで、12回にわたり調査した。

津波と津波の反射波は港内に異常な高潮をもたらすと共に、不規則な干満が数日に亘つて観察され、海底の攪拌と港奥部の極めて汚れた海水の市街部への浸水及び陸上からの汚水の流入によつて、塩釜港内の水質は種々の特殊現象を示している。

明確に津波によつて影響されたと判断できるものとして、透明度、浮泥量、溶存酸素、Nitrite-N, Nitrate-N, Urea-N が考えられる。またその可能性のあるものとして、Silicate-Si, Phosphate-P, Ammonia-N が考えられる。

津波とその反射波による異常な干満は、浮泥量を増加させ透明度を減少させたことはいふまでもない。特に著しい現象は、港奥部よりも港の入口附近に透明度の低い、浮泥量の多い状態が出現したことであり、津波にのみ見られる現象である。溶存酸素量も極めて低い値を示し、これと関係を持つ pH, 被酸化物量との間に 関係のみられないことは興味深い。また可溶性の栄養塩である Nitrite-N, Nitrate-N, Urea-N の溶出も著しいものがあり、陸上からの汚水の流入及び港最奥部の汚水地帯の攪拌、更には海底土からの溶出が考えられる。特に Urea-N の増加は降雨のあつた時期には、ほとんど影響されていないところから、直接海底土から溶出して来たものと考えられる。なおこれら栄養塩の垂直分布において、表層・下層間の分布の逆転や、出現量に差のない状態も、津波とその反射波による海水の混合作用によるものと考えることができる。

Silicate-Si, Phosphate-P, Ammonia-N は津波によつて特に著しく出現したとは考えられないが、奥田⁶⁾の実験でも示された様に、この塩釜港の海底土中、特に港奥部の海底土中には、これらの栄養塩を多量に含み、攪拌によつて溶出することが十分考えられる。またこの栄養塩類が降雨によつて著しく増加したが、これは津波の市街部への浸水によつて、陸上からの降雨による栄養塩類の流入を、間接的に増加させたと考えられないことはない。

この調査によつて測定された可溶性栄養塩は、海底泥から攪拌によつて溶出する程度を示唆しているように思われる。

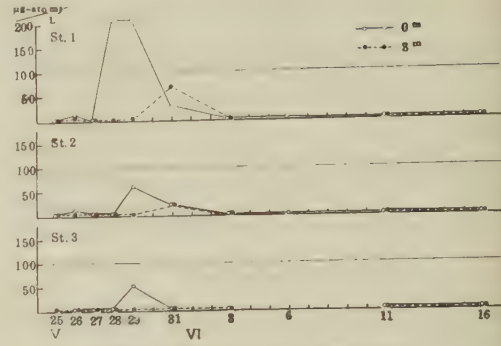
津波による種々の影響は、現象的には異常な干満が認められた時期であり、観測の結果でも、各測定値はこの期間に異常な値を示している。調査が主に上潮時に行なわれたことを考えに入れば、下潮・最干潮時には、この結果をうわまわる値を測定することが十分考えられるが、この調査の結果からは、津波によつて引き起された水質の著しい変化は、5月28日頃には旧に復しているとみることができる。但し港最奥部は最も強く津波の影響を受けたのであるから、こゝでは津波の影

の著るしく高い値を示した時期を除いて、普通にみられる存在量であつたと考えられる。その出現・消長については、Phosphate-P と同じことが考えられる。

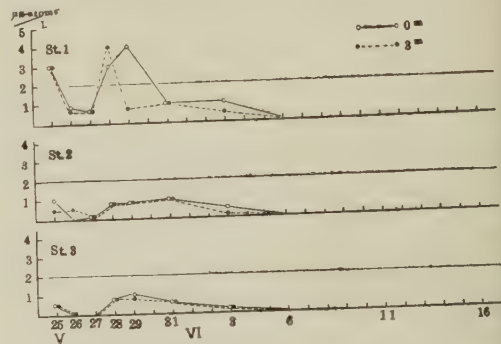
11 Nitrite-N (第 12 図)

Nitrite-N の消長には季節的な週期性はなく、直接に流入する污水・廃水或は外洋水によつて影響される。

この調査においても、津波の影響していた時期と、降雨による陸水の流入があつた時期には、かなりの Nitrite-N が測定され、その分布は港奥部の St. 1 から港の入口の St. 3 に向つて減少する傾向を示している。5 月 25 日～27 日の Nitrite-N の出現は、津波によつてもたらされたものであり、海底の攪拌、陸上からの污水の流入に原因するものであろう。28 日・29 日の陸水の流入に影響された Nitrite-N の著るしい増加は、赤潮の発生と共に減少している。



第 11 図 Ammonia-N の変化



第 12 図 Nitrite-N の変化

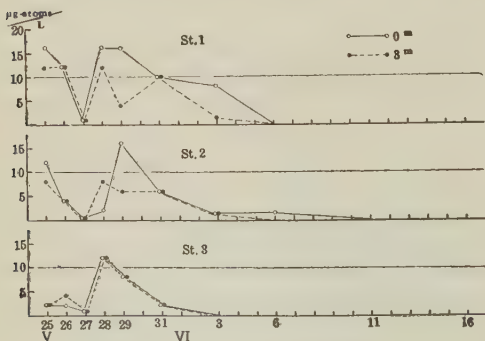
12 Nitrate-N (第 13 図)

Nitrate-N は Nitrite-N と同様に、季節的な週期性はなく、出現量及びその変動も少いが、降雨に伴う陸上からの淡水の流入によつて増加する傾向がある³⁾。

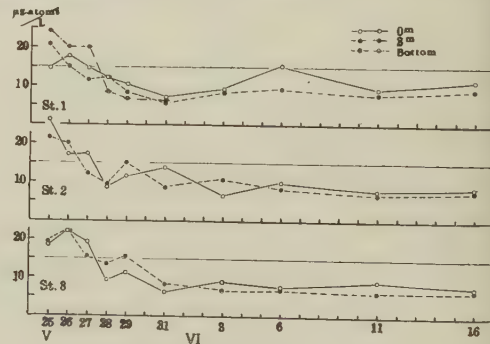
この調査における Nitrate-N の出現は、Nitrite-N と同様に、津波と降雨によつて影響されたものであり、その分布・消長も Nitrite-N と同じ傾向をもっている。

13 Urea-N (第 14 図)

Urea-N も Nitrite-N, Nitrate-N と同様に、季節的な週期性はなく、塩釜港内の 1959 年度の



第 13 図 Nitrate-N の変化



第 14 図 Urea-N の変化

第 1 表 調査結果

Date	Station	Time	Depth (m)	Trans. (cm)	Suspended matter cc/10L		W. T. (C)	pH	Clorinity (%)	Oxygen Saturation		H ₂ S (mg/L)	Silicate-Si (μ g-atoms/L)	Phosphate-P (μ g-atoms/L)	Nitrite-N (μ g-atoms/L)	Nitrate-N (μ g-atoms/L)	Ammonia-N (μ g-atoms/L)	Urea-N (μ g-atoms/L)	
					mud	plank- ton				(cc/L)	(%)								
V. 25	1	16:10	0	80	1.5	—	17.5	7.8	16.48	1.56	27	0.07	60	1.6	3.0	16.0	3	14.3	干満不順 上潮時に調査 津波の余波が残る 水道入口に濁水が存在する
			3		2.5	—	17.0	7.8	16.63	2.18	38	0.33	60	0.2	3.0	12.0	3	20.7	
			5		—	—	17.0	7.8	16.63	2.18	—	—	60	0.2	3.0	12.0	3	24.3	
	2	15:40	0	45	4.0	—	16.6	8.0	16.84	3.12	53	0.05	50	0.2	1.0	12.0	3	26.4	
			3		7.5	—	16.5	7.8	16.84	3.10	53	0.07	50	0.2	0.5	8.0	3	21.4	
			5.5		—	—	16.5	7.8	16.86	3.38	57	0.12	50	0.1	0.5	4.0	—	30.0	
V. 26	3	15:20	0	40	7.5	—	16.2	8.0	16.91	3.51	58	0.15	35	0.1	0.5	2.0	—	18.6	上潮 7 満潮時に高潮あり 津波の余波残る 水道入口附近は濁水
			3		7.5	—	16.3	8.0	16.90	3.07	51	0.15	35	0.1	0.5	2.0	3	19.3	
			6		—	—	16.2	7.8	16.91	—	—	—	35	—	0.5	2.0	3	19.3	
	1	16:35	0	90	2.5	—	18.3	8.0	16.65	2.91	51	0.02	70	—	0.8	12.0	10	17.3	
			3		1.5	—	17.9	8.0	16.67	2.70	47	0.07	40	—	0.7	12.0	7	15.0	
			6		—	—	17.5	—	—	—	—	0.30	—	—	—	—	—	20.0	
V. 27	2	16:15	0	70	4.5	—	17.5	8.0	16.85	3.67	64	0.03	40	—	—	4.0	10	17.1	上潮 6 干満は平常に戻る 海水はやや、褐色色を呈す
			3		5.0	—	17.5	8.0	16.86	3.52	61	0.30	30	—	0.5	4.0	3	20.0	
			—		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	3	16:00	0	35	7.0	—	17.0	8.0	16.91	3.77	65	0.22	30	—	—	2.0	3	22.1	
			3		8.5	—	16.8	8.0	16.93	2.71	47	0.02	40	—	0.1	4.0	3	22.1	
			—		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
V. 27	1	15:15	0	190	1.5	—	18.5	8.0	16.63	2.96	52	—	40	0.6	0.7	0.8	3	14.3	上潮 6 干満は平常に戻る 海水はやや、褐色色を呈す
			3		1.0	—	18.2	8.0	16.69	2.21	39	0.10	40	0.4	0.7	0.8	3	11.4	
			5		—	—	17.7	—	—	1.91	(33)	0.22	—	—	—	—	—	20.0	
	2	15:40	0	100	1.0	—	17.6	8.0	16.79	3.48	61	0.02	30	0.4	0.2	0.4	3	17.1	
			3		4.0	—	17.6	8.0	16.84	3.46	61	0.43	40	0.2	0.2	0.4	3	12.1	
			—		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
V. 27	3	15:50	0	90	2.5	—	17.2	8.0	16.93	3.85	66	0.14	30	0.3	—	0.7	3	19.3	
			3		4.0	—	16.9	8.0	16.99	3.98	69	—	40	—	—	0.7	3	15.7	
			—		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

Date	Station	Time	Depth (m)	Trans. (cm)	Suspended matter cc/10L	W. T. (C)	pH	Clorinity (‰)	Oxygen saturation		H ₂ S (mg/L)	Silicate-Si (μg-atoms/L)	Phosphate-P (μg-atoms/L)	Nitrite-N (μg-atoms/L)	Nitrate-N (μg-atoms/L)	Ammonia-N (μg-atoms/L)	Urea-N (μg-atoms/L)	
V. 28	1	12:20	0	105	2.5	18.3	7.6	16.09	2.97	52	0.22	50	5.0	3.0	16.0	210	12.1	上潮 3 海水は緑色を呈す
			3		1.5	17.8	7.8	16.61	1.40	24	0.07	50	0.6	4.0	12.0	3	12.1	
			5			17.7			2.80	(49)	0.24						8.6	
V. 28	2	12:00	0	105	2.0	18.5	8.0	16.59	3.80	67	0.09	50	0.3	0.8	2.0	3	8.6	
			3		2.0	18.0	8.0	16.63	3.67	65	0.20	50	0.3	0.8	8.0	3	9.3	
	3	11:45	0	105	1.5	18.2	8.0	16.63	3.71	65	0.04	50	4.0	0.8	12.0	3	9.3	
V. 29			3		3.0	17.8	7.9	16.65	3.69	65	0.28	50	4.0	0.8	12.0	3	13.6	最干潮時 St 1 は汚水 著るしく赤潮状態を呈す
	1	10:50	0	95	—	18.3	7.4	12.22	1.22	22	0.97	100	6.0	4.0	16.0	210	10.7	
			3		1.0	17.6	7.9	16.65	3.22	56	0.36	50	0.7	0.8	4.0	3	8.6	
V. 29			4			17.4	7.9	16.67	3.38	59	0.31	50	0.5	0.8	4.0	100	7.2	
	2	10:35	0	145	1.0	18.2	7.8	14.87	2.96	51	0.35	70	2.0	0.8	16.0	60	11.4	
			3		1.0	17.8	7.8	16.65	3.07	53	0.19	50	1.0	0.8	6.0	3	15.0	
V. 31			6			17.2	7.9	16.87	3.88	67	0.19	40	0.5	0.5	6.0	30		上潮 2 全点に赤潮状態
	3	10:10	0	150	2.0	18.6	7.6	15.44	1.07	19	0.65	50	4.0	1.0	8.0	50	11.4	
			3		2.0	18.2	7.8	16.40	3.08	54	0.32	50	4.0	0.8	8.0	3	15.7	
V. 31			6			17.8	7.8	16.50	3.19	55	0.30	50	0.5	0.5	4.0	40		
	1	14:45	0	115	2.0	18.6	7.8	14.24	3.70	63	0.36	50	1.6	1.0	10.0	30	7.2	
			3		1.0	17.7	7.8	15.92	1.91	33	0.23	30	2.0	1.0	10.0	70	5.7	
V. 31			6			16.8			3.90	(67)	0.17						6.4	
	2	15:10	0	150	1.0	18.1	8.0	15.57	5.25	90	0.24	50	1.0	1.0	6.0	25	13.9	
			3		0.5	17.8	7.9	16.36	4.00	69	0.19	30	1.0	1.0	6.0	25	8.6	
V. 31			6															
	3	15:20	0	170	1.0	17.5	8.1	16.31	5.18	89	0.38	40	0.2	0.6	2.0	3	6.4	
			3		0.8	17.1	8.0	16.69	4.08	70	0.23	30	0.4	0.6	2.0	3	8.6	
			6			15.9											7.9	

VI. 3	1	10:00	0	110	—	1.5 14.0	19.2 17.4 17.0	8.0 8.0	15.25 16.31	8.68 5.30 4.54	152 91 (78)	0.40 0.14 0.19	40	C.3 0.3	1.0 0.5	8.0 1.6	3 3	9.3 8.6	下潮 1 赤潮状態全点に見られる
	2	9:40	0	110	—	2.5 8.0	19.5 17.2	8.0 8.0	14.24 16.46	10.40 5.09	183 88	0.57 0.04	40 30	0.3 0.3	0.5 0.2	1.6 1.6	3 3	6.4 10.7	
	3	9:20	0	100	—	12.0 3.5	19.2 16.8	8.1 8.1	14.29 16.45	12.82 5.98	221 104	0.50 0.15	40 10	— —	0.2 0.2	— —	3 3	9.3 7.2	
VI. 6	1	11:00	0	90	—	11.0 7.5	18.8 17.2 16.5	8.1 8.1	15.77 16.46	9.87 5.56 4.51	153 96 (76)	0.41 0.27 0.27	10 10	0.4 0.4	— —	— —	3 —	15.7 9.3	上潮 6 St 1,2は赤潮状態
	2	11:20	0	100	—	11.5 3.5	17.8 16.8	8.2 8.1	15.62 16.54	6.65 5.51	114 94	0.23 0.22	30 10	0.5 —	— —	1.6 —	3 —	10.6 8.6	
	3	11:40	0	130	—	6.0 3.5	18.6 16.4	8.2 8.1	16.22 16.99	7.39 5.30	131 91	0.24 0.19	10 10	— —	— —	— —	— —	7.9 7.2	
VI. 11	1	10:20	0	130	—	2.5 3.5	17.8 16.2 15.4	7.8 8.0	15.74 17.62	3.42 5.74 5.03	59 99 (90)	0.48 0.04 —	10 10	0.9 0.6	— —	— —	3 3	9.3 7.9	最干潮時 St 1,3は赤潮状態
	2	10:40	0	150	—	4.0 3.0	16.9 16.8	8.0 8.0	17.40 17.45	5.10 4.64	88 80	0.20 0.05	10 10	0.8 0.6	— —	— —	3 3	7.9 7.2	
	3	10:50	0	120	—	1.5 3.5	19.2 18.5	8.0 8.0	16.77 16.99	4.59 5.25	82 93	0.15 0.16	16 10	0.6 0.6	— —	— —	3 3	9.3 6.4	
VI. 16	1	11:05	0	100	—	4.5 3.5	19.4 19.2 18.0	8.1 8.0	17.15 17.30	6.73 5.96 3.74	121 107 (66)	0.09 — —	10 10	0.3 0.5	— —	— —	3 3	11.4 9.3	下潮 5 St 1,2は赤潮状態
	2	10:45	0	170	—	3.5 3.0	19.3 18.8	8.1 8.1	17.21 17.29	6.08 5.97	109 107	0.03 —	10 10	0.3 0.3	— —	— —	3 3	8.6 7.9	
	3	10:30	0	190	—	2.5 2.0	19.1 19.0	8.1 8.1	17.35 17.39	5.61 5.83	101 104	0.10 0.05	10 10	— —	— —	— —	3 3	7.9 7.2	

Date	Station	Time	Depth (m)	Trans. (cm)	Suspended matter cc/10L	W. T. (C)	pH	Clorinity (%)	Oxygen saturation (cc/L)	(%)	H ₂ S (mg/L)	Silicate-Si (μ g-atoms/L)	Phosphate-P (μ g-atoms/L)	Nitrite-N (μ g-atoms/L)	Nitrate-N (μ g-atoms/L)	Ammonia-N (μ g-atoms/L)	Urea-N (μ g-atoms/L)
VI. 23	1	14:40	0	100	—	4.0	22.5	8.1	16.35	6.20	116	0.21	1.6	0.2	2.0	7	8.6
			3		—	2.0	21.0		16.98	4.10	76	0.24	0.4	0.2	2.0	3	6.4
			4				21.0		3.65	(68)	0.22						
	2	14:35	0	115	—	5.0	21.7	8.1	16.77	6.09	111	—	0.4	—	1.6	4	7.7
			3		—	1.5	21.0	8.1	17.05	4.23	78	—	0.5	—	1.6	3	8.6
	3	14:20	0	110	—	4.0	22.0	8.1	16.98	4.89	92	0.02	0.4	—	1.6	3	13.9
VI. 30			3		—	1.5	20.5	8.1	17.13	4.58	84	—	0.2	—	1.6	3	7.2
	1	14:20	0	90	—	8.0	21.5	8.1	15.46	6.73	123	0.37	12.0	—	1.6	7	11.4
			3		—	3.5	19.8	8.1	17.26	5.05	92	0.23	0.8	—	1.6	7	10.0
			4				19.8		4.52	(83)	0.22						12.1
	2	14:40	0	130	—	6.0	22.8	8.1	15.76	6.15	115	0.15	11.0	—	1.6	7	10.7
			3		—	3.5	20.5	8.1	17.06	5.15	95	0.18	0.2	—	1.6	7	10.0
	3	15:00	0	150	—	3.0	21.8	8.2	16.64	6.20	115	0.02	0.2	—	1.6	7	10.7
			3		—	3.0	20.3	8.1	17.08	5.30	97	0.09	0.8	—	1.6	7	7.2

上潮 7
全点に赤潮状態

上潮 2
St 1, 2は赤潮状態

魚 卵 中 の ビ タ ミ ン A の 研 究^{*}

1. ビタミンAアルデヒド及びビタミンAエステル・ アルコール型の分離

武 藤 清 一 郎

STUDIES ON THE VITAMIN A IN FISH EGGS

1. Separation of vitamin A aldehyde from vitamin A ester and vitamin A alcohol in the eggs of some fishes

By

Seichirô MUTÔ

This report deals with the method of separation of the vitamin A aldehyde from its ester and alcoholic forms in the eggs of some fishes by gradient elution chromatography which is based on PLACK P.A. et al. using WAKO's almina (200~300 mesh) being deactivated with 5 per cent water (V/W). Employing this method for ten kinds of coastal fishes it was found that the vitamin A aldehyde existed in the eggs of the slime flounder (BABAGAREI), mud dab (MAKOGAREI) and sping goby (HAZE), but it is not estimated in the eggs of saury, sardine, horse-mackerel, rainbow trout etc. (Table 2).

魚卵中のビタミンAの存在については、ZILVA and DRUMMOND がタラについて、進藤・嶋峨氏¹⁾は鱈卵について、またマス卵 (brown trout) のビタミンAの運命について COWARD and DRUMMOND²⁾ が夫々報告している。

最近 PLACK 等³⁾ 及び POLLAND 等⁴⁾ はニシンその他の海産魚卵中に ビタミンAアルデヒドの存在する事を認め定量を行つている。

本報告には、ビタミンAアルデヒドの分離定量法の検討と、ビタミンAエステル・ビタミンAアルコール及びビタミンAアルデヒド^{*})を各種の魚卵について測定した結果を報告する。

実 験 の 部

1. ビタミンAアルデヒドの分離定量法の検討

最近報告された、Aアルデヒドの分離定量については、PLACK 等³⁾は弱活性アルミナを用い溶

東北海区水産研究所業績 第 161 号

^{*} 以後ビタミンAエステル・アルコール型及びビタミンAアルデヒドを夫々Aエステル・Aアルコール・Aアルデヒドとする。

出剤としてエーテルを含む石油エーテルを使用して、エーテルの濃度を連続的にたしかめながら傾斜抽出 (gradient elution method) を行ない、A アルデヒドを含むフラクションを分取し定量している。POLLAND 等¹⁾は MgO-Super Cel (1:1) を用いてクロマト分離し、更に弱活性アルミナで精製して定量した。また勝井氏等⁵⁾は Ca-PPC*¹⁾ によつて分離し、A アルデヒドは RI が 0.16~0.20 に展開され、A アルコールと A エステルの中間にある事をみている。

著者は PLACK 等³⁾の方法を参考として、和光純薬製アルミナ (200 メツシュ) 及び同 (200~300 メツシュ) の両者について検討した結果 (200~300 メツシュ) のものが適当なる事を知つた。

1. A アルデヒドの調製

勝井氏等⁶⁾の方法を参考として A アルコール (理研ビタミン製品 A アセテートをケン化) を MnO_2 で酸化して粗 A アルデヒドを得た。これを弱活性アルミナにて 2 回クロマトを行い、A アルデヒド供試品とした。結晶化は行わなかつた。本品の $\lambda_{\max}$ は 375 $\text{m}\mu$ (石油エーテル) 380 $\text{m}\mu$ (エタノール)、 SbCl_3 による呈色の $\lambda_{\max}$ は 664 $\text{m}\mu$ にあつた。

2. 試 薬

石油エーテル (P・E) 日本石油製品 1 級を再溜し b.p. 40~60°C の溜分をとり使用した。

エーテル 過酸化物を除いて使用した**。

3. クロマト装置

PLACK 等³⁾に従つて、第 1 図の様に組立てた。クロマト管には適当に弱活性したアルミナを P・E と共に詰める。E には P・E 500 ml を入れ、D にはエーテル:P・E (1:1) 200 ml を入れる。A よりの溶出液は 10 ml づつ分取する。

4. 操 作

試料を 5~10 ml の P・E に溶解して A に注入し、B D の活栓を調節して 5~6 分で 10 ml 流下するようにする。フラクションは 10 ml づつ 20 本とる。(最終フラクションのエーテル濃度は約 16% 程度になる) 各フラクションは P・E を対照として 325 $\text{m}\mu$, 370 $\text{m}\mu$ の吸光値を測定して、370 $\text{m}\mu$ に吸収を示すフラクションを集めて A アルデヒドフラクションとする。A アルデヒドの確認には、 $\lambda_{\max}$ 381 $\text{m}\mu$ (エタノール)、及び SbCl_3 の呈色の $\lambda_{\max}$ 664 $\text{m}\mu$ による。また NaBH_4 によつて還元され (エタノール中) A アルデヒドの $\lambda_{\max}$ 381 $\text{m}\mu$ が消失し、A アルコールの $\lambda_{\max}$ 325 $\text{m}\mu$ が生成する事による。

5. A アルデヒドの $\lambda_{\max}$ 及び $E_{1\text{cm}}^{1\%}$

A アルデヒドは数種の異性体が存在して、その $\lambda_{\max}$, $E_{1\text{cm}}^{1\%}$ も異なり、生物学的効果もオール・トランス A₁ アルデヒド、ネオアが略々オール・トランス A₁ と同効果を示すのに対し、他の異

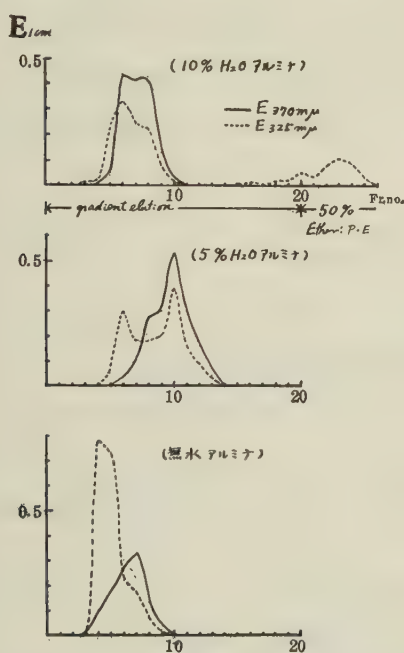
* ベーパー・パーチション・クロマトグラフィー

** 硫酸第 1 鉄と濃硫酸混液を加えてふりまぜ後苛性ソーダで洗い更に水洗し蒸溜する。

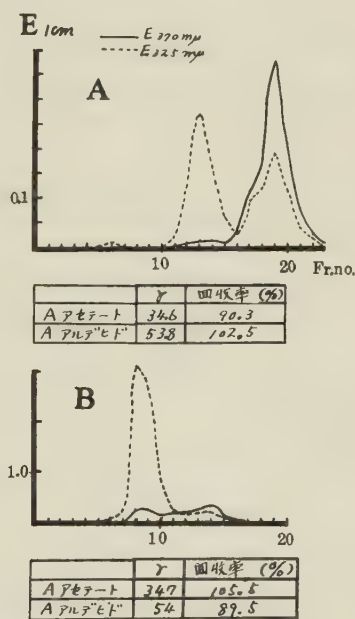
体は少ないとされている。又 A_1 アルデヒドに対し A_2 アルデヒドも存在する。本報告では A_1 アルデヒドとして扱い、その $\lambda_{\max}$ 及び $E_{1\text{cm}}^{1\%}$ は PLACK 等の $381\text{ m}\mu$, $1,450$ (エタノール)、 $370\text{ m}\mu$, $1,690$ (P·E) を用いた。また SbCl_3 による呈色は $\lambda_{\max}$ $664\text{ m}\mu$, $E_{1\text{cm}}^{1\%}$ $3,820$ を用いた。

・ アルミナの失活による A エステル・A アルコール・A アルデヒドの分離

A エステルと A アルコールはアルミナクロマトにより容易に分別出来る。即ち本実験の条件では A エステルは低濃度のエーテルを含む P·E によつて溶出されるが、A アルコールは強く吸着されエーテル濃度 20% 以上でないと溶出されない。A アルデヒドは A エステルに続いて溶出されるので、和光アルミナ (200 メツシュ) 同 (200~300 メツシュ) の両者について矢活の程度を検討した。和光アルミナ (200 メツシュ) を 150°C で加熱して恒量としたものについて、P·E 中に懸濁し、適当量の水を加えて良く攪拌する、これをクロマト管に詰め、A アセテート (理研ビタミン製)、A アルデヒド、A アルコール (A アセテートをケン化) を夫々混合してクロマトを行つた。水添加量が夫々 10%, 5%, 無水の三者について液体クロマトグラム (liquid chromatogram) を第 2 図に示した。



第 2 図 和光アルミナ (200 メツシュ) による A アルデヒドの分離



第 3 図 和光アルミ (200~300 メツシュ) の A アルデヒドの分離

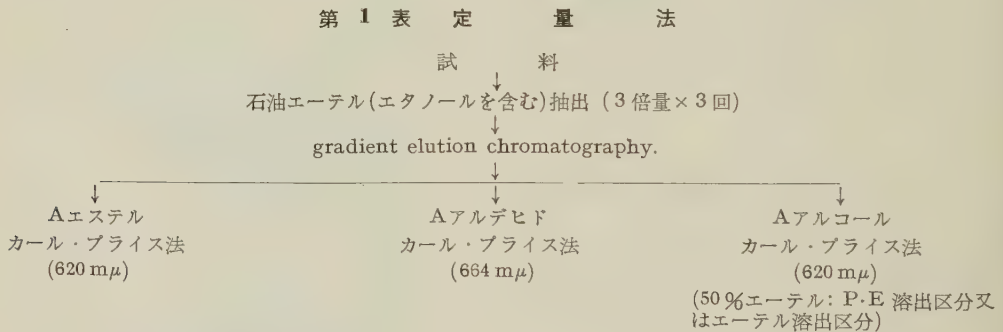
三者ともに A エステル・A アルデヒドの分離は不十分で、回収率を計算すると、水分添加 10% 場合 A アセテート; 69.5%, A アルデヒド; 89.5%, A アルコール; 96% であり、5% 水添加は A アセテート; 66.6%, A アルデヒド 108%, また無水については A アセテート、A アルコールでは夫々 115%, 85.2% の回収率を示した。上記結果より和光アルミナ (200 メツシュ) A アルデヒド分離に不適なる事を知り以後の検討はしなかつた。

b) 和光アルミナ (200~300 メツシュ) について検討したが、水分 5% を加えたものが、A アルデヒドの分離に良好な結果を与える事を知つた。第 3 図に示すように A アセテートと A アルデヒドが近似した量の場合、A アセテートが A アルデヒドに比して数倍の場合共に回収率はほぼ 90% 以上であつた。

従つて A アルデヒドと A アセテートの分離には和光アルミナ (200~300 メツシュ) に 5% の分を加えて失活したものを使用することにした。

7. A エステル・A アルコール及び A アルデヒドの定量法

上記の検討に基づいて次のように行う事にした。試料 30 g 内外 (含油量により適当に取る) をエタノールを含む P・E 3 倍量で 3 回ホモジエネートし抽出液は傾斜して分ける。全抽出液は水洗後無水芒硝で脱水・蒸発して油分を得る。試料油は 5~10 ml の P・E に溶解し、5% の水 (V/W) で失活した、和光アルミナ (200~300 メツシュ) 30 g を詰めたカラムでクロマトを行い 10 ml づつ 20 本のフラクションを分取する。各フラクションは 325 m μ , 370 m μ の吸光値を測定し、A エステル・A アルデヒドに相当するフラクションを合して定量に供する。A アルコールは更に 50% のエーテル : P・E にて溶出するかまたは全 A 量を測定し その値と A エステル量の差から算出し得る。A エステルはカール・プライス法にて測定する。A アルコールもカール・プライス法で測定する。A アルデヒドは SbCl₃ の呈色 664 m μ の吸光値を測定して算出する。尚必要な場合は NaBH₄ によつて還元し A アルコールの生成によつて A アルデヒドを確認する。上記定量は第 1 表に要約して示す。



魚卵中にはカロチノイドが存在するが、カロチン以外は通常 A エステル・A アルデヒド区分には溶出しない。しかもカロチンの存在は魚卵では微量かまたは認められていないから A エステル・A アルデヒドの定量には殆んど影響しないと考えられる。魚卵中に広く認められるルテインは前記クロマト操作中 50% エーテル : P・E またはエーテルで溶出するからその吸収極大を測定する (P・E または CS₂)。アスタキサンチンはカラムの頂部に赤色の吸着層を示し、エーテルによつても溶出しないから、定量には別にアルミナクロマトを行い 2% 酢酸エタノールで溶出するか、または粉末口紙を用いてクロマト分離を行う⁷⁾。全ビタミン A 量は別に試料油をケン化し常法により弱活性アルミナにて A アルコール区分をクロマト分離し定量する。その他カロチノイドについて必要な場合は試料油不ケン化物を適当なクロマトによつて分け、吸収極大の測定により推定した。

3. 魚卵中Aのエステル・Aアルコール及びAアルデヒドの定量

10種12例の魚卵について、上記の方法にてAエステル・Aアルコール・Aアルデヒドを定量

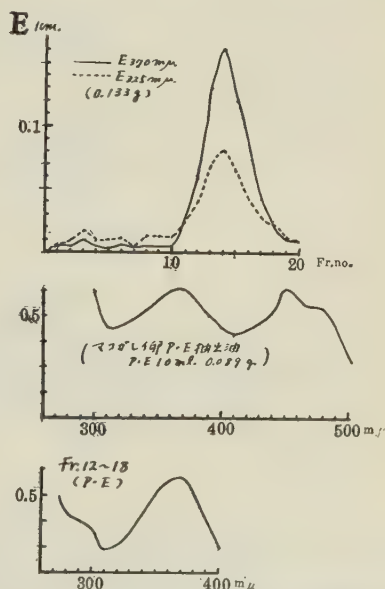
第2表 各種魚卵中のAアルデヒド・Aエステル及びAアルコールの含有量

魚種	卵巣重量 (1尾当り)	含油率(%)	ビタミンA (γ/g)		ビタミンA アルデヒド (γ/g)
			エステル型	アルコール型	
バマカレイ <i>Microstomus achne</i> (JORDAN et STARKS)	8.2	1.99	—	—	1.2
マコガレイ <i>Limanda yokohamae</i> (GUNTHER)	19.5	1.15	—	—	2.3
マハゼ <i>Acanthogobius flavimanus</i> (TEMMINCK et SCHLEGEL)	4.5	16.80	0.5	—	6.0
" "	1.0	13.50	1.6	(0.3)	4.1
アイナメ <i>Hexagrammus otakii</i> (JORDAN et STARKS)	8.9	2.12	—	—	—
" "	19.6	2.97	0.1(?)	—	—
サンマ <i>Cololabis saira</i> (BREVOORT)	0.6	5.28	0.5	—	—
イワシ <i>Sardinops melanosticta</i> (TEMMINCK et SCHLEGEL)	6.7	1.95	0.3	—	—
マアジ <i>Trachurus japonicus</i> (TEMMINCK et SCHLEGEL)	5.7	1.58	0.2	—	—
サケ <i>Oncorhynchus keta</i> (WALBAUM)		7.85	1.3	—	—
ニジマス <i>Salmo irideus irideus</i> (GIBBONS)		4.83	1.1	—	—
フナ <i>Carassius carassius</i> (LINNE)	3.3	4.08	—	—	(0.06)

た結果を第2表に示した。

マコガレイの卵巣抽出油の吸収曲線は370mμ附近及び450, 480mμ附近に吸収を示し、Aアルデヒドとカロチノイドが存在する。第4図にマコガレイについて抽出油の吸収曲線及び液体クロマトグラムを図示した。アルデヒドはフラクション12~18より得られ定量値卵巣1g当り2.3γであつた。カロチノイドとしてルテイン・アスタキサンチンが存在する事を知つた。マハゼ卵巣油については第5図に示した。マハゼにはAエステルとAアルデヒドがともに存在し、定量値はAアルデヒドがAエステルの2~10倍を示した。AアルデヒドはNaBH₄処理によつてAアルコールを生成する事確かめた。

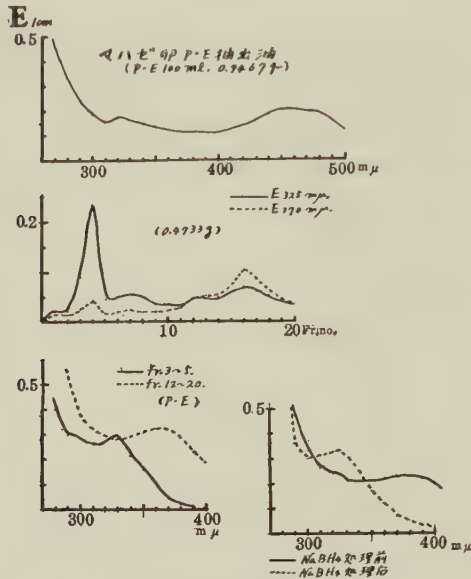
アイナメ卵巣油については第6図にみる様に、Aエステル・Aアルデヒドの存在は認められずルテイン・エポ



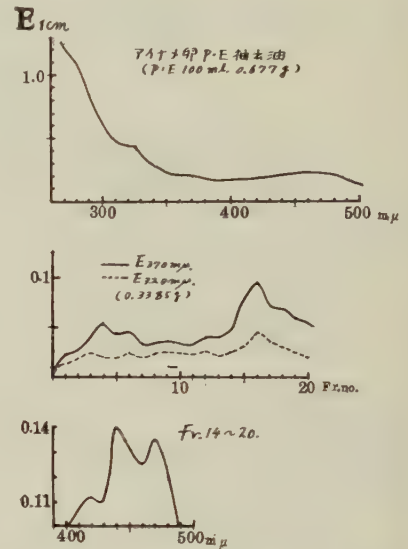
第4図 マコガレイ卵巣抽出油の吸収曲線及び液体クロマトグラム

オキサイド*)と思われるものとアスタキサンチン様カロチノイドの存在を認めた。

サンマ、イワシ、マアジ、サケ、ニジマス等には何れもAエステルが認められ、Aアルデヒドは



第 5 図 マハゼ卵巣油の吸収曲線及び液体クロマトグラム



第 6 図 アイナメ卵巣油の吸収曲線及び液体クロマトグラム

存在しなかつた。フナにはAは認められず、Aアルデヒド様のものが僅少量認められた。

吸収極大及び推定カロチノイドについては第3表に要約した。

第 3 表 各種魚卵中のカロチノイド

魚 種	色素の吸収極大 (λ_{max} m μ)	推定カロチノイド
ハダガレイ	465-470 (P・E)	アスタキサンチン
マコガレイ	447, 475 (P・E) 478, 505 (CS ₂)	ルテイン
	465-470 (P・E)	アスタキサンチン
マハゼ	448-450, 475 (P・E) 478, 505 (CS ₂)	ルテイン
	470 (P・E)	アスタキサンチン
アイナメ	(420-423), 440, 470 (P・E) 473, 505 (CS ₂)	ルテイン・エポオキサイド(?)
サンマ	460-470 (P・E) 495-500 (CS ₂)	アスタキサンチン
	?	?
イワシ	440, 470 (P・E)	ルテイン・エポオキサイド(?)
	450, 475 (P・E) 480, 503 (CS ₂)	ルテイン
マアジ	?	?
サケ	470 (P・E) 505 (CS ₂)	アスタキサンチン
ニジマス	470 (P・E) 505 (CS ₂)	アスタキサンチン
フナ	(420-425), 450, 475 (P・E) 480, 508 (CS ₂)	ルテイン
	470 (P・E)	アスタキサンチン

考 察

本報で扱った魚種は 10 種のみであり、また卵巣の成熟、受精等については全く考慮をはらっていない。従つてその検討については試料を多く集めて次報以降で行いたい。

*) P. KARRER and E. JUCKER Carotenoids (1950) 207 頁による。

PLACK 等³⁾は herring, cod, commondab (マガレイに似た1種)、longrough dab (アカガレイに似た1種) haddock, turbot (ヒラメ科)、whiting (タラ科)、which (タラ科) 等のタラ、カレイ類の卵巣に A₁ アルデヒドが主として含まれ A₁ の 10 倍に達するとしている。POLLAND⁴⁾は河口近くで得られた herring に A₂ アルデヒドの存在を認め、又 ling, whiting (タラ類) に A₁ アルデヒドが含まれるとしている。

本報の測定例では、A アルデヒドが主として含まれるもの (バマガレイ、マコガレイ)、A と A アルデヒドを含むもの (マハゼ)、A のみを含むもの (サンマ、イワシ、アジ、サケ、ニジマス)、A、A アルデヒドを共に含まずカロチノオイドのみ含むもの (アイナメ) と四の型を考えることが出来る。

また卵の特性についてみると、ニシン・タラ・マコガレイは沈性卵かまたは附着性の沈性卵であり、マハゼ・アイナメは浅海の底に附着するかまたは沈性卵である。サンマ・イワシ等は浮游卵かまたは流れ藻等に附着して浮游している。サケ・ニジマス等は浅い河底に附着する。

棲息環境よりみると、タラ・カレイ類は底棲(移動は行う)でありマハゼ・アイナメは根付き=浅海性の洄游魚でありまたサンマ・イワシ等は外洋性の洄游魚である。

平尾氏等⁵⁾は魚皮のカロチノイドが棲息環境によつて、含有組成が略々定まるかも知れないと推察しているが、それに類似して、魚卵中の A 及び A アルデヒド (A 作用物質) の分布は、棲息環境または産卵孵化時の環境に対応しているものかも知れない。何れにしても更に研究を続けて明かにしたいと思う。

摘 要

1. PLACK 等の方法に従つて、アルミナを用い gradient elution chromatography により A アルデヒド・A エステル・A アルコールの分離定量について検討した。
2. 10 種の魚卵について A アルデヒドを定量し、バマガレイ・マコガレイ、マハゼにその存在を認めた。

終始御指導を頂き本文のご校閲をお願いした加工科長 山村 弥六郎 農博並びにご助言を頂いた利用部長谷井潔理 博に感謝致します。

文 献

- 1) 進藤真砂, 嵯峨喜一郎: 東京衛生試験 11 149~162 (1935)
- 2) K. P. COWARD and T. C. DRUMMOND: Biochem. J. 16 (1922)
- 3) P. A. PLACK, S. K. KON and S. Y. THOMPSON: Biochem. J. 71 467-476 (1959)
- 4) C. J. POLLAND and J. G. BIERI: Biochem. Biophys. Acta: 31 558-559 (1959)
- 5) 勝井五一郎・三枝札子: ビタミン 15, 671 (1958)
- 6) 勝井五一郎・三枝札子: ビタミン 18, 10-15 (1959)
- 7) 金光康俊・青江 弘: 日永誌 24, 209-215, (1958)
- 8) 平尾秀一・山田光阿弥・菊地 領: 東海区水研研報, 16, 53-58 (昭和 32 年 4 月)

寒天のコロイド滴定について※

谷 井 潔

INDIRECT COLLOID TITRATION OF AGAR SOL

By

Kiyoshi TANII

The author has carried out indirect colloid titration of commercial agar products and those processed from a single species of weed.

The reagents used were potassium salt of polyvinyl alcohol sulphate (PVSK) and N-methylated glycol chitosan iodide (MGC), and the indicator was 0.1 percent solution of toluidine blue (Grübler).

The results obtained were :

(1) The PVSK equivalent per gram of the commercial agar products were $(30\sim90)\times 10^{-5}$ at pH 7 (cf. Table 2).

(2) Those dispersed PVSK values of the agar sol were ascribed to the species of agarophyte processed to some degree.

(3) By the simple ordinary extraction method, the agar sol processed from the main agarophytes such as *Gelidium* show rather lower PVSK values compared to those from the auxiliary weeds e.g. *Gracilaria* (cf. Table 4).

(4) Knowing the yield and PVSK value of agar extracted from each species of weed a reasonable mixing ratios of weed quantities, and a method for suitable processing will be deduced, and it can be presumed whether the dehydration of agar gel is difficult.

緒 論

著者は先に寒天中に結合して存在する硫酸基の多少が、ゲルの性状に大きい影響を与える事を述べた¹⁾²⁾。従つて稀薄寒天ゾルに対し glycol chitosan trimethyl ammonium iodide (以下 MGC)、K-polyvinyl alcohol sulphate (以下 PVSK) を用いて、間接コロイド滴定³⁾⁴⁾⁵⁾を行う事により、その寒天ゲルの性状を或程度推定できる可能性も考えられ、これ等に関して実験を行い若干の知見を得たので報告する。

試 薬 の 調 製

PVSK $[\text{CH}_2\text{CHOSO}_3\text{K}]_n$: 正晃化学薬品 K. K. 製

使用した PVSK は無水磷酸上で 5 日間乾燥して、その 125.0 mg を秤取し塩酸で加水分解、その硫酸根を Ba 塩として定量した(寺山法)。BaSO₄ 収量 169.1 mg。従つて当量/S は 172.5 となつた。実験に当り使用した PVSK 溶液の濃度範囲は 0.0013~0.0014N、貯蔵温度は 5°C 程度であつた。

MGC [C₁₁H₂₂O₅N·I]_n 正晃化学薬品 KK 製。

約 0.4 g を 500c.c. の蒸留水にかきまぜ溶解、濾過後使用した。貯蔵温度は約 5°C であつた。

指示薬 Toluidine blue, Grubler 製。0.1% 水溶液。

試料の調製

寒天約 0.1 g を秤取、200 c.c. の蒸留水を加え、98°C で 1 時間加熱溶解させる。予め水洗した濾紙で濾し急冷する。濾液の濃度に応じて 50~100c.c. を秤取・蒸発乾固してその濃度をきめる。心太ゾルの場合は適当に熱蒸留水でうすめ約 0.04~0.06% の濃度にした。結合当量値の著るしく大きい試料は更に稀釈した。その濃度を寒天の場合と同様に測定した。

実験操作

MGC 溶液 5 c.c. に寒天ゾル又は心太ゾル 5 c.c. を加え、トルイヂンブルー溶液 2 滴を添加ふりまぜる。pH をかえる場合は塩酸又は苛性ソーダ液 (0.01~1 N) を 0.5~2 c.c. 加える。

PVSK 溶液で過剰の MGC を滴定する。次にこの混合溶液の pH をガラス電極により測定する。寒天ゾルの代りに蒸留水を用いて同様に白試験を行う。対応する pH における前後二つの PVSK 滴定差と、ゾルの濃度・使用量から、乾燥膠質 1g 当りの PVSK 結合当量値を算出する。得られた数値が小さいので 10⁵ をかけて (E) 値として記載した。尚滴定時の液温は 13~23°C であつた。

間接コロイド滴定に及ぼす pH の影響

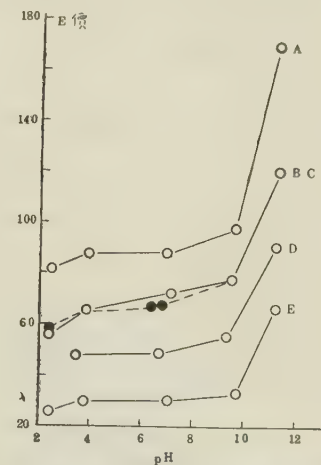
試料寒天はなるべくゲルの性状がちがう 5 種の寒天をえらび実験した。そのゲルの性状は第 1 表

第 1 表

試料	Cc/Cr	Cr.s.	TSO ₃	E 値 (pH 7)
A	1.73	0.72	3.78	87
B	1.67	0.99	1.17	71
C	1.42	0.99	2.36	71
D	1.00	1.18	2.28	47
E	1.07	1.40	0.69	30

、又実験結果は第 1 図に示す様になつた。

表中 Cc/Cr はゲルの破挫荷重/剛性係数からみちびかれ数値で、大きければ一般にねばり強く、少なればもろ性質を示す。又 Cr.s は単位濃度のゲルの剛性係数の大を示す数値である⁶⁾。TSO₃ は全硫酸量を SO₃ として示した⁷⁾。



第 1 図 各寒天のコロイド滴定曲線
縦軸は E 値、横軸は pH。

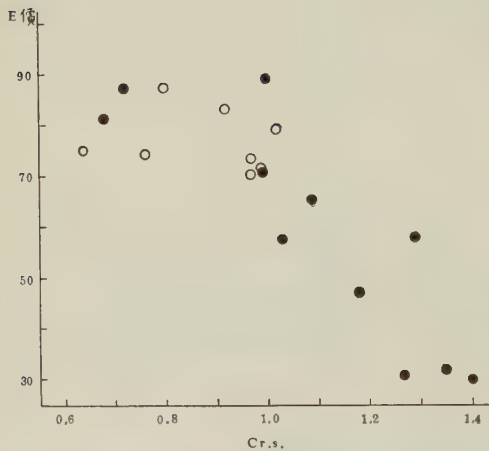
第1図の各曲線を見ると、寒天膠質の性状がかなり違う場合でも、中性附近での PVSK 結合当量の変化は少ない。pH が小さくなるにつれ、PVSK 結合当量値は小さく、逆に pH が大きい場合 PVSK 結合当量値も亦た増大する。通常取扱われる寒天ゾルは pH 6~8 の範囲内に収まる事が多いので、酸又はアルカリの添加を行わない場合 PVSK 結合当量値は pH 7 のそれとみなして考慮しても大過はない様に考えられる。

寒天の PVSK 結合当量値

現在我国において入手できる第2表の代表的な寒天 19 種について、間接コロイド滴定を行い、pH 7 における E 価とゲルの性状 Cr. s. との関係を図示すると第2図の様になった。

第 2 表

Nos.	Cc/Cr	Cr.s.	E 価 (pH 7)	備 考 (主要原藻 処理方式)
1	1.73	0.72	87	テングサ・エゴノリ 人工圧搾
2	1.58	0.68	81	テングサ・エゴノリ 人工圧搾
3	1.35	1.00	89	人工
4	1.67	0.99	71	テングサ単独 人工凍結
5	1.24	1.09	65	親草のみ 人工
6	1.01	1.03	55	人工
7	1.37	1.29	58	人工
8	1.00	1.18	47	アルカリ処理オゴノリ 人工圧搾
9	1.14	1.27	31	アルカリ処理オゴノリ 人工圧搾
10	1.26	1.35	32	アルカリ処理オゴノリ 人工圧搾
11	1.07	1.40	30	アルカリ処理オゴノリ 人工圧搾
12	1.46	0.80	87	天然
13	1.35	0.64	75	天然
14	1.23	0.76	74	天然
15	1.26	0.92	83	天然
16	1.24	1.02	79	天然
17	1.21	0.97	73	天然
18	1.42	0.97	70	天然
19	1.42	0.99	71	親草のみ 天然



第 2 図 各寒天の E 価と Cr. s

○ 天然寒天 ● 人工寒天

図中天然寒天は左上方に多く、右下部に位置するものは所謂「人工寒天」のみであつた。

寒天 1g 当りの PVSK 結合当量は、最高 90×10^{-5} 、最低 30×10^{-5} 程度であつた。

E 価と Cr. s. との 相関係数 γ は次の様に計算された。

$$\gamma = -0.83 \quad P < 0.05$$

加熱時間による E 価の変化

寒天ゾルの加熱時間が長くなるにつれ、E 価の値はどのように変化するかを知るため次の実験を行った⁵⁾。

稀薄ゾルの場合

ゲルの性状が Cc/Cr=1.42, Cr. s. =0.97 を示す寒天 0.3g を秤取、500 c. c. の蒸溜水を加

98°C 1時間加熱、油濾紙で濾過・ふりまぜ後 50 c. c. ずつ有栓壺に移し、全加熱時間が、1, 2, 3, 4, 5, 7 時間になる様沸騰湯煎中で加熱した。所定時間加熱後冷却室温で間接コロイド滴定を行った。その結果を第3表 (A) 項に示す。

第3表

加熱時間(hrs)		1	2	3	4	5	7
(A)	E 価	70	70	68	67	66	64
(B)	E 価	70	—	71	—	71	71
(C)	ゲルの融点	94.1	—	93.6	—	93.4	93.1

濃厚ゾルの場合

稀薄ゾルの実験に使用した寒天風乾物 6g に約 300 c. c. の蒸留水を加え、1 晩室温に放置後、98°C で加熱溶解、前記の場合と同様に分注全加熱時間が 1, 3, 5, 7 時間になる様に加熱した。それぞれのゾル 6 c. c. を 200 c. c. の熱水に加え、加温濾過ふりまぜ放冷後、常法により間接コロイド滴定を行った。その結果は第3表 (B) 項に示した。又コロイド滴定に先立つて採った試料について、谷井の方法⁸⁾によりゲルの融点測定を行った。ゲルの濃度 [C] = 1.65 %。実験結果は第3表 (C) 項に示した。

即ち寒天ゾルの E 価の加熱時間に伴う変化は、稀薄ゾルではやや認められる。然し濃度の高い場合の加熱では、Cc/Cr にすこし変化が認められる時でも⁸⁾、それから薄められたゾルの E 価には変化は認められなかつた。この後者の事実は、ゲルの性状が変化する時、剛性係数に比較して破砕荷重の減少する割合が大きい事実と關聯するものであろう⁹⁾。

原藻粘質物の E 価について

寒天の E 価が第2表に示される様に、かなり広く分散する原因の一つは、寒天を製造する際に使用された原藻粘質物の性状の差にもとづく事が推定される²⁾¹⁰⁾。そこで現在多く使われている原藻と、原藻中に往々混在する若干の糊料用紅藻類をえらび、その粘質物を常法により抽出した。これ等の粘質物及びそれからつくられた単独原藻寒天等について、前節の場合と同様に E 価の測定を行った。その結果を第4表に示す。

表中原藻重量は藻づき水洗風乾した精撰品の重量である。2 段にわけた項は、上段は 1 番煮の製造条件であり、下段は 2 番煮のそれである。寒天は凝固した心太を、冷凍庫中で凍結・加水融解・速心脱水・風乾・無水燐酸上で脱水した。脆弱なゲルしか与えないもの等は、そのまゝ湯煎上で蒸発乾固し無水燐酸上で乾燥した。E 価に添記した数値は、間接コロイド滴定を行った後測定した膠質液の pH 値である。寒天収率は精撰原藻無水物に対する寒天無水物の収率である。

この実験結果によると、心太ゾル及び寒天ゾルについて測定した E 価の差は、一般に大きくない。原藻間の E 価の差異はかなり著るしく、所謂親草と目されるものゝ E 価は一般に低く、配合藻及び糊料原料等の E 価は比較的高い。

原藻配合比率決定に対する E 価の応用

これ迄寒天製造に当つてその原藻配合比率を決定する方法は、原藻の豊凶、經濟状況、製造方式

第 4 表

試料 品号	原 藻 種 類	産 地	原藻重量 (g)	原藻水分 (%)	煮熟水量 (cc)	煮熟時間 (hr)	E 価		寒天収率 (%)
							心太ゾル	寒天ゾル	
(1)	オ バ ク サ	須 崎	17	16.1	500	6.00	60(6.8)	53(6.8)	28.8
(2)	ト リ	白 雲	16	15.2	500	6.00	57(6.8)	64(6.8)	15.3
(3)	イ ギ ス	仙 沼	20	15.4	500	6.00	70(6.7)	70(6.8)	32.5
(4)	テ ン グ サ	須 崎	600	22.6	12,800	3.00	—	71(7.1)	—
(5)	テ ン グ サ	米 崎	17	15.5	500	6.30	72(6.5)	71(6.6)	28.2
					200	6.00	73(6.6)	63(6.6)	7.3
(6)	オ ニ ク サ	石 廊 崎	16	15.6	500	6.00	69(6.7)	72(6.8)	25.2
(7)	エ ラ	稲 取	20	17.1	400	6.00	71(6.7)	75(6.8)	20.2
(8)	オ ー プ サ	石 廊 崎	10	11.0	300	6.00	91(6.5)	78(6.8)	32.0
					200	4.00			
(9)	オ ゴ ノ リ	伊 勢	17.5	14.6	500	5.00	97(6.9)	—	22.1
(10)	オ ゴ ノ リ	岸 本	30.1	16.8	500	5.00	117(6.7)	110(6.8)	16.6
(11)	エ ゴ ノ リ	岩 崎	16.2	16.3	500	4.00	102(6.8)	104(6.7)	31.7
(12)	フ グ フ ノ リ	三 陸	5	—	500	3.00	196(6.7)	—	47*
(13)	ホ ソ バ ミ リ ン	三 隅	16	18.2	500	5.00	283(7.0)	—	36.7
(14)	キ リ ン サ イ	セ レ ベ ス ?	15	21.5	500	4.00	345(6.8)	—	58.5

* 推定値

等による事は勿論無視できない。その理想的配合と云われるものも、理論的裏付けは未開のまゝ、伝統的にうけつがれて来た感無しとしない。煮熟原藻より心太ゾルの分離については、混合藻体の濃過材としての効率の高い事が、原藻配合を決定する上で、必要条件の一つに考えて来た。然しこの事も化学工学の進歩と共に、例えば連続遠心分離機等の採用により、必ずしも必要条件とはなり得ない。然し凍結融解脱水、圧搾脱水がゲルの脱水の主要方式である限り、ゲルの親水性の大小は寒天製造に当つて、常に考慮されなければならない²⁾。従つて心太ゲルの親水性に大きく影響すると思われる全硫酸量²⁾¹⁰⁾、更にカルボキシル基¹¹⁾等を総合的に判定し得られる pH 7 附近におけるコロイド滴定の結果も亦、原藻配合率の決定に当り参考資料となり得るであろう。

第 4 表の実験結果に基いて例示すると次の様になる。

例 1 信州地方で親草と配合藻の比率を 6:4 として製造を行つたと仮定する。問題を簡単にするため、テングサ 6 とオゴノリ 4 とし、親草の粘質物と寒天の収率の差は少ないと考えられるので、テングサの粘質物含量 30%、オゴノリの粘質物含量 17%、E 価をそれぞれ 70, 120 と仮定すると、混合原藻から得られる心太の推定 E 価は次の様に計算される。

$$E_1 = \frac{70 \times 30 \times 6 + 120 \times 17 \times 4}{30 \times 6 + 17 \times 4} = 84$$

例 2 関西地方で親草と配合藻の使用比率 8:2、親草にテングサ、配合藻にエゴノリを使用し、その E 価を 70:100、原藻に対する粘質物収率を 30:32% と仮定すると、得られる心太の推定 E 価は次の様になる。

$$E_2 = \frac{70 \times 30 \times 8 + 100 \times 32 \times 2}{30 \times 8 + 32 \times 2} = 76$$

これ等の結果は第 2 表の天然寒天の E 価と大差はない。

例 3 昭和 28 年暮から 29 年正月にかけて、長野地方で一部の業者がキリンサイをオゴノリの代わりに多量に使用した。この際その心太ゲルは脱水されにくくなり、その対応策に困難を極めた事があつた。今仮にテングサとキリンサイの使用比率を 8:2 とし、第 4 表の結果を基にして、得られ

心太のE価を推定すると次の様になる。

$$E_3 = \frac{70 \times 30 \times 8 + 345 \times 60 \times 2}{30 \times 8 + 60 \times 2} = 162$$

この様に大きい数値をもつE価は、寒天製品には見受けられず、その脱水が困難になつて来る事が考えられる。

同一種類の原藻でも、その採集場所、時期、その後の製造方式により、心太ゾルのE価、粘質物収率等が異なる事が考えられるが、第4表の諸原藻のE価も、原藻配合比率を決定する上に、一応参考資料となし得るであろう。尚原藻配合に当り計算されたE価がその数値を増すに従い、ゲルの水和性は漸く大きく、その脱水も困難を増すと考えられるので、この様な場合、その親水性の大きいゲルを与える原藻は、当然煮熟に先立つてアルカリ処理による脱エステル反応等により、そのゲルの親水性を減すべきであろう。例えば第4表のオゴノリはそのまゝ煮熟する時、心太のE価は100程度を示すが、アルカリ処理をしたオゴノリより抽出された寒天は、第2表の諸例に見られる様にE価30程度まで、減少している。

総 括

- 1) 稀薄寒天ゾルに対しポリビニルアルコール硫酸カリとグライコールキトザントリメチルアンモニウム塩を用いる間接コロイド滴定を行つた。
- 2) 寒天膠質 1g 当りの PVSK 結合当量は、中性附近で概ね $(30 \sim 90) \times 10^{-5}$ 程度の数値を与えた。
- 3) 寒天の銘柄により、PVSK 結合当量値がこの様に 広く分散するのは、その使用原藻にも大きく左右される。
- 4) 単純な抽出法では、親草と考えられる原藻抽出膠質 1g 当りの PVSK 結合当量値は、配合藻と考えられる原藻のそれより小さい値を与えた。
- 5) 個々の原藻の PVSK 結合当量値とその寒天収率又は粘質物収率を知る事により、原藻の適正配合比率、その使用方法に予備知識が得られ、又心太の脱水の難易をも推定できる。

本研究に当り多大の御配慮と 激励を賜つた木村喜之助所長、研究途上いつも御助言と討議を 頂いた東北大学絹巻丞、三井生喜雄両教授、原藻の学名同定をわずらわした本所黒木宗尚技官、終始実験に協力して頂いた本所渡辺武彦技官に厚く御礼申し上げます。

参 考 文 献

- 1) 谷井 潔： 東北水研報 **9** 19 (1957)
- 2) " : " **15** 79, 83 (1959)
- 3) 寺山 宏： 化学の研究 **I** **75** (1948) 朝倉書店版
- 4) 沖増 哲： Bull. Agri. Chem. Soc. Japan. **20** 29 (1956)
- 5) 遠藤 一： 栄養と食糧 **11** (5) 230 (1959)
- 6) 谷井 潔： 東北水研報 **9** 8 (1957)
- 7) " : " **9** 20 (1957)
- 8) " : " **9** 57 (1957)
- 9) " : " **2** 147 (1953)
- 10) 柳川鉄之助： 大工試 **14** (5) 1 (1933)
- 11) 勝浦嘉久次・鈴木昭三郎： 工化 **59** 1067 (1956)

既 刊 東北海区水産研究所 研究報告

第 1 号 (昭和 27 年 6 月発行)

業績番号					頁
第 10 号	東北海区に來游するカツオのポピュレーションに就いて	川 崎 健			1
第 11 号	音響測深儀に記録されたカツオ・マグロ群の像	{木岩服 村下部 喜光之助			15
第 12 号	東北海区に於ける底魚の消化系と食性に就いて 第 1 報 キチヂ	三 河 正 男			20
第 13 号	東北海区産アブラガレイ <i>Atheresthes evermanni</i> JORDAN & STARKS に就いて 第 1 報 年令査定の基礎的研究	甲 郎			25
第 14 号	底曳網の模型試験 (第 1 報)	{猿渡安三 田辺井河 達光達正			35
第 15 号	東北海区サメガレイ <i>Clidoderma aspermmum</i> TEMMINCK & SCHLEGEL に就いて 第 1 報 年令査定の基礎的研究	甲 郎			43
第 16 号	魚類の標識放流方法に関する一資料	{猿笠 田原 達康 雄平			50
第 17 号	ブリの産卵場・産卵期に関するブリの卵巣の調査	木 村 喜之助			54
第 18 号	垂下養殖カキの附着生物に関する研究 第 1 報 ムラサキイガイ <i>Mytilus edulis</i> LINNE の駆除について	{佐武 藤田 省忠 吾郎			63
第 19 号	松島湾附近のシジミに関する研究	{谷平 田野 専和 治夫			68
第 20 号	アブラザメ <i>Squalus suckleyi</i> G. の肝臓色彩とビタミン A 濃度 との関係	山 村 弥六郎			83
寄 稿	海況の変化に関する漁業生物学的研究	畑 中 正 吉			88

第 2 号 (昭和 28 年 11 月発行)

第 22 号	東北海区金華山沖に於けるカツオ主漁場の成立に就いて	北 野 清 光			1
第 23 号	カツオに寄生する鉤頭虫類の 1 種 <i>Rhadinorhynchus katsuwonis</i> HARADA の寄生率について (予報)	{堀小 田川 秀之達			11
第 24 号	薩南海区のカツオ幼魚の分布について	堀 田 秀之			19
第 25 号	釣上直後のカツオの体温に就いて (特に血合筋の異常高温に関して)	福 島 信 一			22
第 26 号	東北海区に於ける底魚類の消化系と食性について 第 2 報 サメガレイ・ババガレイ	三 河 正 男			26
第 27 号	ババガレイの年令査定及び成長	笠 原 康 平			37
第 28 号	ナメタガレイ <i>Glyptocephalus stelleri</i> の年令に関する基礎的研究	橋 本 良 平			49
第 29 号	垂下養殖カキの附着生物に関する研究 第 2 報 季節的变化	{谷佐 田藤 専省 治吾			56
第 30 号	アマノリ類の生活史の研究 第 1 報 果胞子の発芽と成長	黒 木 宗 尚			67
第 31 号	アサクサノリの糸状体の単胞子放出に就いて	黒 木 宗 尚			104
第 32 号	内湾底土中の可溶性栄養塩について 第 1 報 底土に含まれる 可溶性栄養塩についての一考察	奥 田 泰 造			109
第 33 号	内湾底土中の可溶性栄養塩について 第 2 報 底土耕耘による 栄養塩溶出の可能性について	奥 田 泰 造			118
第 34 号	アブラザメ <i>Squalus suckleyi</i> G. の体長と肝油のビタミン A 濃度との関係	{山武 村藤 弥清 六一郎			129
第 35 号	寒天ジェリーの強度について 第 4 報	谷 井 潔			134

第 3 号

(昭和 29 年 10 月発行)

業績番号

- 第 37 号 カツオ群の性状 第 1 報 東北海区のカツオ群を“付きもの”別に
見た場合の各群の分布・餌付状態・群の大きさに就いて 木 村 喜之助

第 4 号

(昭和 30 年 3 月発行)

- 第 41 号 東北海区における極前線帯とその変動について 第 1 報 川 合 英 夫
第 42 号 東北海区に於けるカツオ魚類の漁獲水温に就いて 黒 田 隆 哉
第 43 号 海区別カツオの食餌組成について {堀 田 秀 之
小 川 達
第 44 号 日本西南海区に來遊するカツオの移動および成長に就いて 川 崎 健 8
第 45 号 伊豆・小笠原及び東北海区におけるカツオの移動及び成長について 川 崎 健 10
第 46 号 日本近海に於けるマルソーダカツオの季節的分布とその成長 堀 田 秀 之 12
第 47 号 底曳網漁獲量の群衆生態学的考察 甲 二 郎 12
第 48 号 東北海区に於ける底魚類の消化系と食性に就いて 第 3 報
アブラガレイ 三 河 正 男 13
第 49 号 アブラガレイの年令査定に就いて 笠 原 康 平 14
第 50 号 ヤナギムシガレイの年令に関する基礎的研究 橋 本 良 平 15
第 51 号 サメガレイの生態学的研究 第 1 報 肥満度・生殖腺重量の季節的
変化に就いて 笠 原 康 平 16
第 52 号 スルメイカ *Ommastrephes sloani pacificus* (Steenstrup) の成長度
と産卵期に就いて {安 井 達 夫 夫 17
石 戸 芳 潔
第 53 号 機船底曳網の網目に依るキチザ魚体長の選択性 {丸 山 一 三 18
小 滝
第 54 号 松島湾の水産資源に関する基礎研究 第 1 報 松島湾の底質について {奥 田 泰 造 18
佐 藤 省 吾
寄 稿 松島湾の水産資源に関する基礎研究 第 2 報 松島湾の底棲生物群集 山 本 護 太 郎 20
第 55 号 内湾底土中の可溶性栄養塩について 第 3 報 底土に含まれている
可溶性栄養塩の海水中への溶出に関する二・三の考察 奥 田 泰 造 21
第 56 号 養殖海苔の色沢変化に関する研究 第 1 報 水溶性色素の変化について 佐 野 孝 24
第 57 号 乾燥・海水塩分・光線がアマノリ類の糸状体 (Conchocelis 期) に
及ぼす影響 {黒 木 宗 尚 夫 26
平 野 和
第 58 号 アサクサノリの糸状体の単孢子放出について 第 2 報 放出の日週期 {黒 木 宗 尚 夫 29
平 野 和
第 59 号 乾ノリに関する研究 第 1 報 ノリの赤外線乾燥処理についての考察 梅 本 滋 28
第 60 号 岩手県沿岸河川水質について 佐 野 孝 29
第 61 号 アブラガレイのビタミン A 含量の研究 第 1 報 {山 村 弥 六 郎 29
武 藤 清 一

第 5 号

(昭和 30 年 10 月発行)

- 第 62 号 東北海区における極前線帯とその変動について 第 2 報 川 合 英 夫
第 63 号 日本近海のカツオの卵巣について 八 百 正 和 4
第 64 号 移植サルボウの成長について 谷 田 専 治 5
第 65 号 養殖海苔の色沢変化に関する研究 第 2 報 脂溶性色素及び水溶性
色素の変化について 佐 野 孝 6
第 66 号 内湾底土中の可溶性栄養塩について 第 4 報 底土と海水間におけ
る可溶性無機磷の行動に関する一実験 奥 田 泰 造 7

業績番号				頁
第 67 号	魚類肝臓及び其の他の器官におけるビタミン A の存在状態に関する研究 (第 1 報)	山 村 弥 六 郎		92
第 68 号	チクロ漂白の目的で行われている過酸化水素処理について検討	梅 本 滋		103

第 6 号 (昭和 31 年 3 月発行)

第 70 号	サメのビタミン A に関する研究 第 1 報 原料学的研究	山 村 弥 六 郎		1
第 71 号	Notes on the Inversion of the Upper Water Temperature in the Waters to the North-east of Japan in Summer	Hideo Kawai		71
	[BT の記録から見た夏季東北海区における上層水温の逆転について]			
第 72 号	日本近海におけるビンナガマグロの生態について	{川相 崎 幸 健		81
第 73 号	松島湾の水産資源に関する基礎研究 第 3 報 干潟の動物群集	{谷山 田 専 健		93
		{山佐 本 護 治		
第 74 号	松島湾の水産資源に関する基礎研究 第 4 報 水質底質並に底棲動物の季節遷移	{谷奥 田 専 治		106
		{奥 田 泰 造		

第 7 号 (昭和 31 年 3 月発行)

第 75 号	標準体長として測るべき魚体の部位について	木 村 喜 之 助		1
第 76 号	東北海区に於ける漁獲サンマの体長組成に就いて	福 島 信 一		12
第 77 号	サンマの肥満度に就いて	{福永 島 信 一 瑋		37
第 78 号	サンマの脂肪含有量の変動に就いて	長 倉 克 男		54
第 79 号	サンマの食餌構成と摂餌行動に就いて	{堀小 田 秀 之 子		60
第 80 号	東北海区に於けるサンマ稚魚の分布と産卵魚の成熟状態	小 達 繁		70
第 81 号	海況による魚群の集合・分離の一理論			
	第 1 報 東北海区秋季のサンマ漁場に関して	木 村 喜 之 助		103
第 82 号	昭和 11 年～18 年時代の本邦サンマ流網漁況に就いて	木 村 喜 之 助		146
第 83 号	定置網の漁獲サンマに就いて	木 村 喜 之 助		184
第 84 号	津軽海峡周辺のサンマに就いて	{木堀 村 喜 之 助 之 繁 政 尚 治		239
	(東北水研・北海道水試 共同調査)	{堀小 田 達 原 藤 政 尚 治		
		{福内 原 藤 政 尚 治		
寄 稿	青森県西海岸に於けるサンマ漁況	大 高 兼 太 郎		296

第 8 号 (昭和 31 年 11 月発行)

第 85 号	サンマの脊椎骨数	小 達 繁		1
第 86 号	サメのビタミン A に関する研究 第 2 報 不鹼化物の検索 (1)	{山武 村 弥 六 郎		15
		{藤 清 一		
第 87 号	アマノリ類の糸状体の単孢子放出について (海での実験)	{黒平 木 野 宗 尚 夫		27
第 88 号	アサクサノリの糸状体の生長・単孢子嚢形成・単孢子放出と水温との関係	{黒平 木 野 宗 尚 夫		45
第 89 号	養殖海苔の色沢変化に関する研究 第 3 報 所謂夏ノリの脂溶性色素及び水溶性色素の変化について	佐 野 孝		62
第 90 号	乾ノリに関する研究 第 2 報 ノリ簀についての考察	{梅谷 本 田 専 滋 治		70
		{谷 本 田 専 治		

第 9 号

(昭和 32 年 3 月発行)

業績番号

第 91 号	寒天に関する研究	谷	井	潔	
第 92 号	サメのビタミン A に関する研究 第 3 報 A 真値及び遊離・エステル 両型ビタミン A について	{山武}	村藤	弥清	六郎
第 93 号	日本近海の竿釣りビンナガ漁業における漁況と海況との関係に ついて 第 1 報 黒潮前線の南側の漁場	川	崎	健	6
第 94 号	東北海区に於けるカタウチイワシに就いて	小	達	繁	11
第 95 号	カツオの胃内容物中にみられたゴマサバの幼・稚魚 (薩南海区)	堀	田	秀	之
第 96 号	垂下養殖カキの密度効果に関する研究 第 1 報 原板内の個体密度効果	{谷菊}	田	専	治
第 97 号	内湾底土中の可溶性栄養塩について 第 5 報 窒素並に磷の無機化 に及ぼす貯蔵温度の影響	奥	田	泰	造
第 98 号	内湾底土中の可溶性栄養塩について 第 6 報 底土間隙水中に含ま れている無機態の窒素並に磷の季節的变化	奥	田	泰	造
第 99 号	塩釜港内水に及ぼす廃水・陸水の影響 第 1 報 港内水の一般的性状	{谷奥佐}	田	専	治
第 100 号	塩釜港内水に及ぼす廃水・陸水の影響 第 2 報 大雨後に於ける 港内水の性状	{佐奥谷}	藤	重	勝
		田	田	泰	造

第 10 号

(昭和 32 年 11 月発行)

第 101 号	プランクトンの水塊指標性に就いて	{木小}	村	喜	之
第 102 号	日本近海のカツオ竿釣り漁業における漁況の変動について 第 1 報	川	崎	健	1
第 103 号	日本近海のカツオ竿釣り漁業における漁況と海況との関係について 第 2 報 黒潮前線の北側の漁場	川	崎	健	2
第 104 号	ババガレイの生物学的研究 第 1 報 卵巣の成熟について	笠	原	康	平
第 105 号	松島湾の水産資源に関する基礎研究 第 5 報 塩釜港の柴漬について	{谷佐}	田	専	治
第 106 号	松島湾の水産資源に関する基礎研究 第 6 報 松島湾のエビの生態 その 1	佐	藤	重	勝
第 107 号	養殖海苔の色沢変化に関する研究 第 4 報 藻体吸収曲線の変化	佐	野	孝	8
第 108 号	ワカメの生態及び養殖に関する研究	{黒秋}	木	宗	尚
第 109 号	魚類肝臓及び其の他の器官におけるビタミン A の存在状態に関する 研究 第 2 報 所謂黒肝中のメラニン色素によるビタミン A の吸着 とその化学的証明	山	村	弥	六
第 110 号	On the Natural Co-ordinate System and its Applications to the Kuroshio System	Hideo			Kawai

第 11 号

(昭和 33 年 3 月発行)

第 111 号	東北海区におけるヒレグロの分布	{浜石}	井	生	三
第 112 号	サンマの形態学研究	小	達	繁	3
第 113 号	飼育実験によるサンマの成長について	堀	田	秀	之
第 114 号	日本近海のカツオ竿釣り漁業における漁況の変動について 第 2 報	川	崎	健	6
第 115 号	海水密度の鉛直分布に於ける“密度逆転”に就いて	黒	田	隆	哉

番号					頁	
第 116 号	塩酸による種ガキ採苗器の洗濯について	{ 菊佐奥谷	地藤田田	省重泰専	吾勝造治	88
第 117 号	附着珪藻の生態学的研究, 特に浮游・底棲珪藻との関係について					
	第 1 報 塩釜港における附着珪藻の季節的变化の概況	佐	藤	重	勝	94
第 118 号	松島湾の水産資源に関する基礎研究 第 7 報 底棲動物の垂直分布 とその季節遷移	{ 谷奥	田田	専泰	治造	112
第 119 号	Sponges collected from Oyster-Rafts in Matsushima Bay and its Adjacent Waters		Senji		Tanita	127

第 12 号 (昭和 33 年 10 月発行)

第 120 号	東北海区に於けるサンマ漁況と海況との関係に就いて	福	島	信	一	1
第 121 号	流れ藻調査から得られたサンマの産卵に関する知見	木堀福小福内	村田島達原藤	喜之助	之一繁章治	28
第 122 号	Biological Comparison between the Pacific Tunas. Part 1	Tsuyoshi		Kawasaki		46
第 123 号	東北・北海道太平洋沿岸海域動物プランクトンの群集生態学的研究 第 1 報 群集の統計的研究法の吟味並びに春季群集の水塊指標性	浜阿	井部	生	三進	80
第 124 号	日本近海産サバ属魚類の頭骨に就いて	堀阿高	田部島	秀宗百合	之明子	101
第 125 号	表面等温線の描き方について	川	合	英	夫	106
第 126 号	アブラガレイ <i>Atheresthes evermanni</i> のビタミン A 含有量の研究 第 2 報	山武	村藤	弥清	六一郎	121

第 13 号 (昭和 34 年 3 月発行)

第 127 号	三陸近海に於ける水温逆転の現象について 第 1 報	黒	田	隆	哉	1
第 128 号	東北海区における極前線帯とその変動について 第 3 報 終戦後 5 年間の水塊配置とカツオ・ビンナガ漁場の海況条件	川	合	英	夫	13
第 129 号	カツオの餌付に関する研究 第 1 報 東北海区のカツオの餌付と消化 管との関係	堀狩小	田谷川	秀貞	之二達	60
第 130 号	日本近海のカツオ竿釣漁業における漁況の変動について 第 3 報	川永	崎沼		健瑠	79
第 131 号	マアジの生態についての基礎的研究	川	崎		健	95
第 132 号	アオリ類の生態的研究 (1) ヒメアオリ <i>Enteromorpha nana</i> var. <i>minima</i> Sjöstedt	秋	山	和	夫	108
第 133 号	グリシン・セリン・タウリンのペーパー・クロマトグラフィによる 分離・検出	梅	本		滋	115

第 14 号 (昭和 35 年 3 月発行)

第 135 号	東北海区サンマ漁況に対する資源学的考察	木	村	喜之助		1
---------	---------------------------	---	---	-----	--	---

第 15 号

(昭和 34 年 12 月発行)

業績番号

第 136 号	八戸沖における底魚群集の構造と季節変化について……………	{ 浜橋	井場	生敏	三雄	1
第 137 号	アカザラガイ <i>Chlamys farreri nipponensis</i> Kuroda の増殖に関する研究 第 1 報 養殖場のアカザラ稚貝について……………	{ 谷菅	田野	専	治尚	2
第 138 号	アマノリ類の糸状体の生長・成熟と光条件 I 単孢子嚢形成及び単孢子放出と日長作用(1)……………	黒	木	宗	尚	3
第 139 号	室蘭産のササビノリについて……………	黒	木	宗	尚	4
第 140 号	門之湾のノリ生育状況について(製塩工場排水の影響)……………	{ 佐谷	野井		孝潔	5
第 141 号	寒天に関する研究(続報)……………	谷	井		潔	6
第 142 号	サンマ肉のエキス分にみられるアミノ酸……………	梅	本		滋	8

第 16 号

(昭和 35 年 3 月発行)

第 144 号	カツオ・マグロ類の生態の比較について (第 2 報)……………	川	崎		健	1
第 145 号	鱗・耳石によるサンマのボリュレーション構造の分析とその成長……………	堀	田	秀	之	4
第 146 号	三陸近海に於ける水温逆転の現象について (第 2 報) 定点における反覆観測結果……………	黒	田	隆	哉	6
第 147 号	松島湾の種ガキ採苗期に於ける低塩分水・赤潮及びカキ幼生について ……	{ 佐菅菊	藤野地	重省	勝尚吾	8
第 148 号	松島湾におけるカキ幼生の分布に関する考察……………	菊	地	省	吾	11
第 149 号	海水の性状と海苔の生育に関する研究 (第 1 報) ノリ簀の“ヨゴレ”を表現する試み……………	{ 佐	野藤	重	孝勝	12
第 150 号	乾ノリに関する研究. 第 3 報. 簀の剝離性と シリコーンによる剝離性の改善……………	{ 梅谷	本田	専	滋法	13
第 151 号	サンマの脂質. 第 1 報 各種溶剤による肉脂質の分別……………	{ 長川	倉崎	克典	男子	14
第 152 号	気仙沼附近の寒天原藻の性状……………	{ 谷渡	井辺	武	潔彦	14
第 153 号	東北海区産底魚類のビタミン A 含有量……………	{ 山武	村藤	弥清	六一郎	15

既刊研究業績（東北海区水産研究所 研究報告 以外の分）

番号

- 第 1 号 漂流瓶による海流調査（第 1 報）駿河湾の海流（特に湾内の循環流に就いて）
.....木村喜之助〔日本海洋学会誌，第 5 巻，第 2～4 号，P. 70～84（1950）〕
- 第 2 号 東北海区カツオ魚体組成について
.....山中一郎〔日本海洋学会誌，第 5 巻，第 2～4 号，P. 99～104（1950）〕
- 第 3 号 異方性海洋に於ける定常吹送循環流に就いての一問題 第 1 報 解析的解法（其の 1）
.....斎藤泰一〔日本海洋学会誌，第 5 巻，第 2～4 号，P. 130～142（1950）〕
- 第 4 号 寒天ジェリーの強度について（其の 3）
.....谷井 潔〔日本水産学会誌，第 16 巻，第 4 号，P. 115～118（1950）〕
- 第 5 号 アブラザメ燻製保存試験 第 1 報 腐敗観を呈する迄の日数と温度との関係
.....山村弥六郎〔日本水産学会誌，第 16 巻，第 10 号，P. 433～434（1951）〕
- 第 6 号 同 上 第 2 報 油脂の変化について
.....山村弥六郎〔日本水産学会誌，第 16 巻，第 11 号，P. 510～512（1951）〕
- 第 7 号 同 上 第 3 報 アンモニアの生成について
.....山村弥六郎〔日本水産学会誌，第 16 巻，第 11 号，P. 513～516（1951）〕
- 第 8 号 魚粉食用化に関する研究.....東 秀雄・新田忠雄・長倉克男・梅本 滋
〔日本水産学会誌，第 17 巻，第 6 号，P. 147～156（1951）〕
- 第 9 号 アブラザメ肝臓のビタミン A に関する研究 第 4 報 季節的变化について
.....山村弥六郎〔日本水産学会誌，第 17 巻，第 11 号，P. 337～341（1952）〕
- 第 21 号 サバの洄游路（サバ標識放流試験結果）
.....木村喜之助〔日本水産学会誌，第 19 巻，第 4 号，P. 415～423（1953）〕
- 第 36 号 $\text{NH}_3\text{-H}_2\text{O}$ 系による寒天質の抽出について.....谷井 潔（東北水研）・絹巻 烝（東北大学非水研）
〔東北大学非水溶液化学研究所報告，第 3 巻，第 2 号，P. 129～136（1933）〕
- 第 38 号 魚肉の坐りについて（V）座りの判定及び比較の方法
.....梅本 滋（東北水研）・岡田 稔（東海水研）・右田正男（東海水研）
〔日本水産学会誌，第 20 巻，第 4 号，P. 313～318（1954）〕
- 第 39 号 サンマの黄色色素について（予報）
.....長倉 克男〔日本水産学会誌，第 20 巻，第 4 号，P. 286～291（1954）〕
- 第 40 号 $\text{NH}_3\text{-C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3$ 系に依る寒天質の抽出について
.....谷井 潔（東北水研）・絹巻 烝（東北大学非水研）
〔東北大学非水溶液化学研究所報告，第 4 巻，第 2 号，P. 133～142（1954）〕
- 第 69 号 $\text{NH}_3\text{-H}_2\text{O}$ 系抽出粗寒天の精製に関する研究
.....谷井 潔（東北水研）・絹巻 烝（東北大学非水研）
〔東北大学非水溶液化学研究所報告，第 5 巻，第 2 号，P. 65～75（1955）〕
- 第 134 号 On the structure of the bottom fish community, especially regarding the flat fish, *Atheresthes evermanni*, off the Pacific coast of Hokkaido around Cape Erimo Ikuso Hamai
〔Bull. Mar. Biol. St. Asamushi, Tohoku Univ., Vol. 9, No. 4〕
- 第 143 号 魚のビタミン A の消耗と蓄積機構について
.....山村弥六郎〔日本水産学会誌，第 26 巻，第 5 号 P. 496～499（1960）〕

既刊出版物（研究業績以外の重要出版物）

- 東北水研叢書
- 第 1 号 カツオに就いて (1952)
- 第 2 号 カキの養殖 (1952)
- 第 3 号 海苔養殖について (1952)
- 第 4 号 サメの利用 (1952)
- 第 5 号 東北・北海道太平洋沿岸水域に於ける機船底曳網漁業の禁止
区域と網目について (1952)
- 第 6 号 東北海区の底魚 (1956)

東北海区水産研究所海洋資源年報

(別冊) 昭和 22 年度・23 年度海洋調査資料 (1958 発行)

昭和 24 年度海洋調査篇 (1952 ")

昭和 25 年度海洋調査篇 (1958 ")

昭和 26 年度海洋調査篇 (1960 ")

昭和 26 年度カツオ資源篇 (1955 ")

昭和 27 年度カツオ資源篇 (1957 ")

昭和 28 年度カツオ資源篇 (1959 ")

昭和 29 年度カツオ資源篇 (1960 ")

昭和 26 年度サンマ資源篇 (1955 ")

昭和 27 年度サンマ資源篇 (1957 ")

昭和 28 年度サンマ資源篇 (1959 ")

昭和 29 年度サンマ資源篇 (1960 ")

昭和 26 年度底魚資源篇 (1952 ")

昭和 26-27 年度底魚資源篇 (1954 ")

昭和 27-28 年度底魚資源篇 (1955 ")

昭和 28-29 年度底魚資源篇 (1956 ")

昭和 29-30 年度底魚資源篇 (1958 ")

—東北海区水産研究所—
研究報告(第17号)

印刷発行 昭和35年11月25日

編輯 東北海区水産研究所

印刷者 笹 気 幸 助

笹気出版印刷株式会社
仙台市堤通り27

発行所 東北海区水産研究所

宮城県塩釜市東塩釜 電話1260番

CONTENTS

Yusa, T.	Embryonic Development of the Saury <i>Cololabis saira</i> (BREVOORT)	1
Yusa, T.	Eggs and Larvae of Flatfishes in the Coastal Waters of Hokkaido. IV. Embryonic Development of Mub Dab <i>Limanda yokohamae</i> GÜNTHER	15
Hotta, H.	A Study on the "Biting" of Skipjack in the Live-Bait Fishery. Part II. Relation between the "Biting" and the Social Condition in the School	31
Sano, T.	On the Pigments of <i>Conchocelis</i> -Thallus of <i>Porphyra</i> and the Oxygen Evolved at different environmental Condition	38
Akiyama, K.	Artificial Multiplication of <i>Conchocelis</i> -Thallus of <i>Porphyra</i>	45
Kawasaki, N.	The yearly Change of Total N and Urea-N in Shiogama Bay	50
Tanita, S., Sano, T., Kanno, H. and Kawasaki, N.	Change of the Sea Water Properties in Shiogama Harbour by the Chile Seismic Tsunami	59
Muto, S.	Study on the Vitamin A in Fish Eggs. 1. Separation of Vitamin A Aldehyde from Vitamin A Ester and Vitamin A Alcohol in the Eggs of Some Fishes	73
Tanii, K.	Indirect Colloid Titration of Agar Sol	80